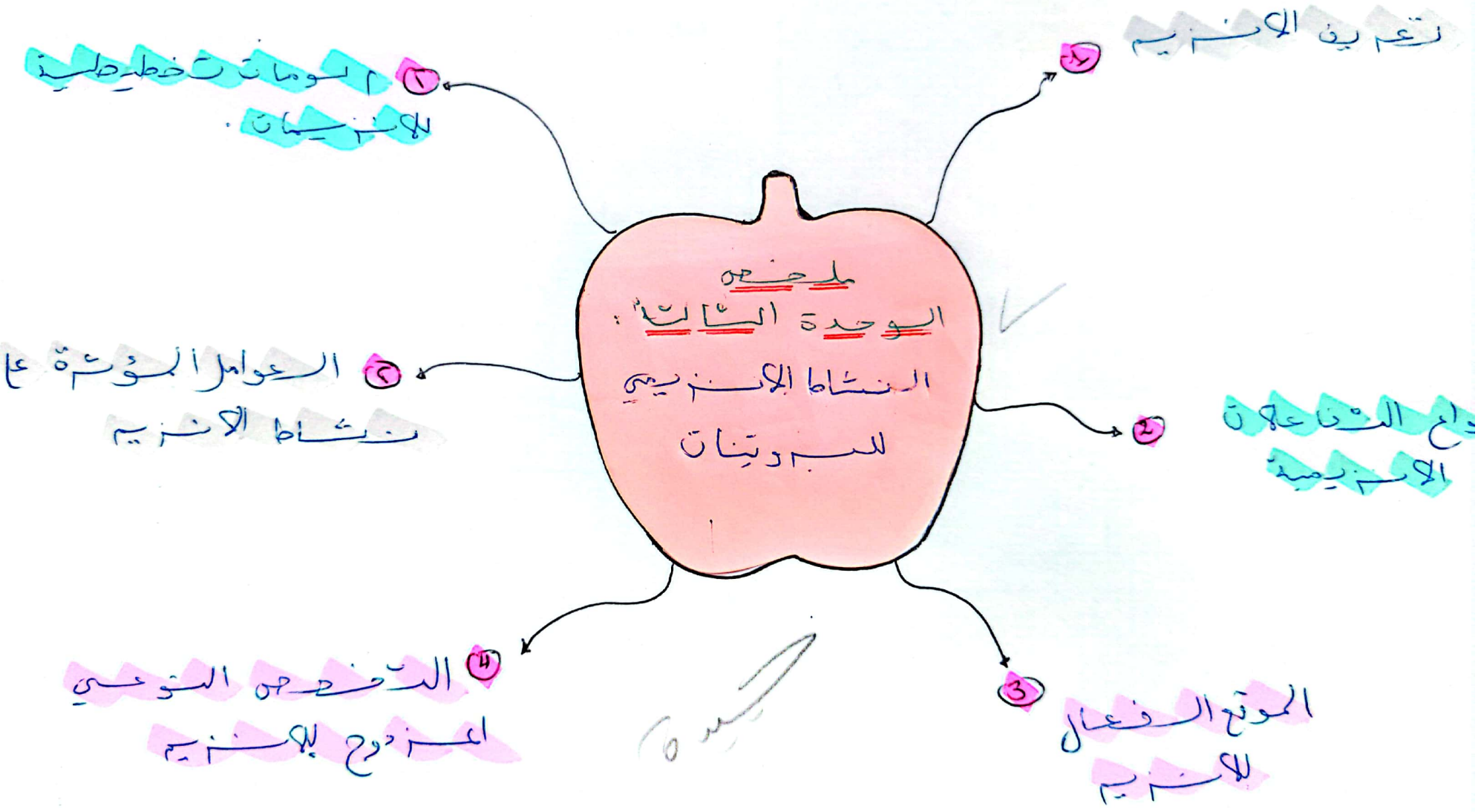
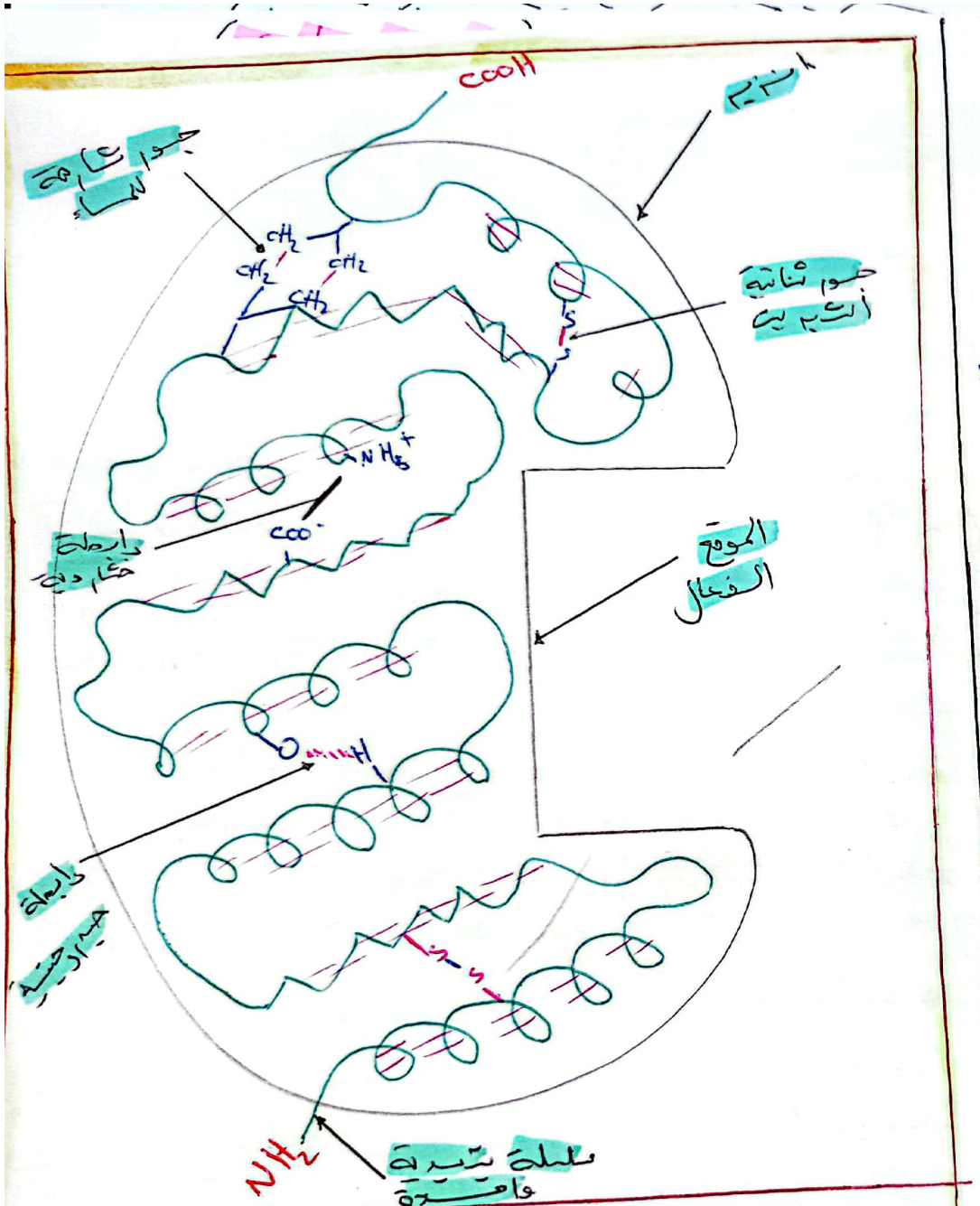
BAC 2023


ملخص
الوحدة الثالثة:
النشاط الأنزيمي
للبروتينات
1 المعلومات الخطية للأنزيمات
2 تصنيف الأنزيمات
3 أنواع التفاعلات الأنزيمية
4 العوامل المؤثرة على نشاط الأنزيم
5 التركيب الفضائي للأنزيم
6 الموقع الفعال للأنزيم



الشكل تخطيطي يوضح بنية الأنزيم

أ) تعريف الأنزيم: وسيط ذو طبيعة بروتينية يعمل على أسراع وتحفيز التفاعلات الكيميائية بدون التدخل فيها (لايستهلك)، له موقع نشط به مواقعان (تثبيت + تحفيز)، يتميز بتأثيره النوعي المزدوج (كيمياء + نوع المتفاعل) يعمل في شروط ملائمة من درجة حرارة وحموضة.

⇐ محفز: يسرع التفاعلات الكيميائية: في غياب المحفز يأخذ التفاعل وقتا كبيرا جدا بينما في وجوده تحدث التفاعلات في جزء من الألف من الثانية.

⇐ حيوي: يتواجد داخل عضوية الكائن الحي.

⇐ ذو طبيعة بروتينية: وحداته البنائية عبارة عن أحماض أمينية.

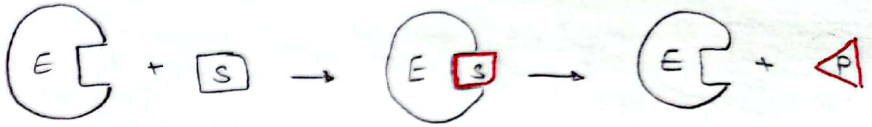
⇐ وجيه: لايستهلك أثناء التفاعل، يمكن أن يحقق التفاعل مرات عديدة.

⇐ الشروط الملائمة: عند الإنسان درجة الحرارة الملائمة لنشاط الأنزيم هي 37° أما الـ PH فكل أنزيم له أنزيم الذي آخر بحيث لكل أنزيم PH خاصة به.

⇐ يكون الأنزيم ذو بنية ثالثية أو رابعية فقط.

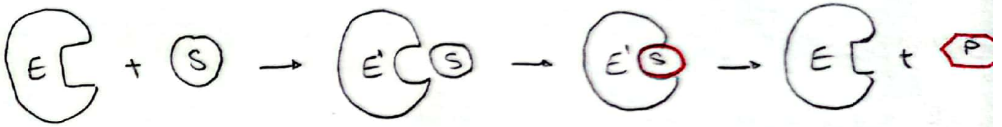
ثانيا : أنواع التفاعلات الأنزيمية :

⇐ تفاعل تحويلي (تشاكل بنيوي مباشر) :



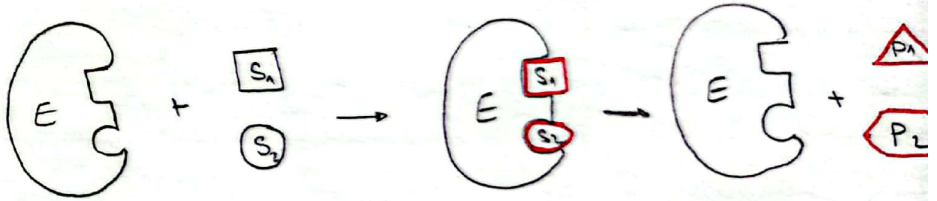
$E + S \longrightarrow ES \longrightarrow E + P$

⇐ تفاعل تحويلي (تشاكل مضاف) :



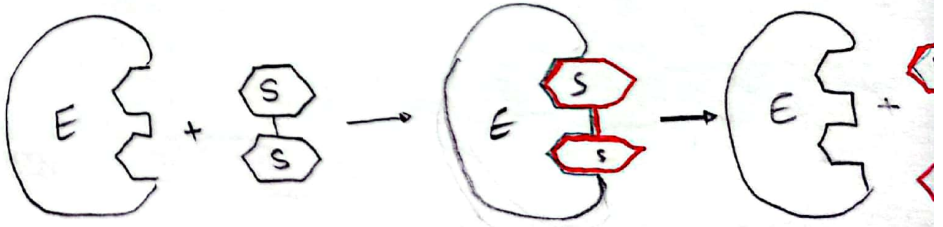
$E + S \longrightarrow E' + S \longrightarrow E'S \longrightarrow E + P$

⇐ تفاعل تحويلي (تشاكل مباشر) :



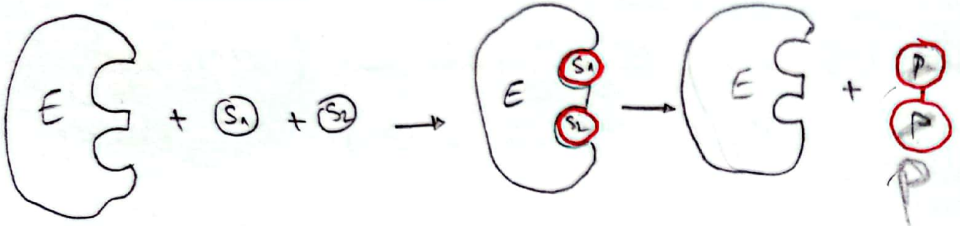
$E + S_1 + S_2 \longrightarrow ES_1S_2 \longrightarrow E + P_1 + P_2$

⇐ تفاعل تفكيك (تشاكل مباشر) :



$E + S \longrightarrow ES \longrightarrow E + P_1 + P_2$

⇐ تفاعل تركيب (تشاكل مباشر) :



$E + S_1 + S_2 \longrightarrow ES_1S_2 \longrightarrow E + P_1 + P_2$

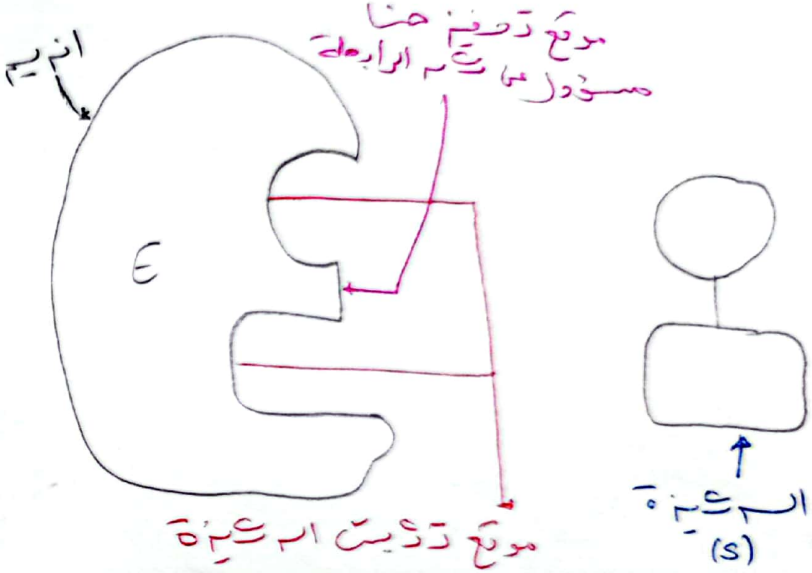
ثالثا : الموقع الفعال الأنزيمي :

• الموقع الفعال، هو منطقة صغيرة (جيب أو تجويف) في الأنزيم تحتوي على أحماض أمينية محددة وموضعة بطريقة دقيقة (حسب المعلومة الوراثية) للموقع الفعال موقع لتثبيت الركيزة (الارتباط) وآخر لتحفيز حدوث التفاعل.

⇐ موقع التثبيت : أو موقع التعرف الركيزة حيث يثبت الأنزيم على مادة التفاعل ويرتبط بها لتشكيل رابطة انزيمية ضعيفة بين المجاميع الكيميائية المشكلة لموقع التثبيت مع بعض المجاميع الكيميائية للركيزة.

⇐ موقع التحفيز : تتم بواسطة تحفيز التفاعل البيوكيميائي بحيث تشارك بعض المجاميع الكيميائية لحمض الأمينية المشكلة لموقع التحفيز لتكون قادرة على تحفيز مجاميعها لحدوث التفاعل.

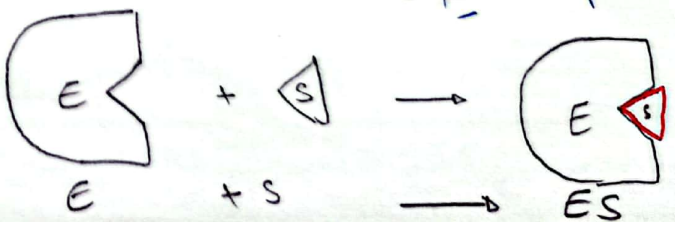
⇐ نموذجية لشكل الموقع الفعال الأنزيم



رسم تخطيطي يوضح بنية الموقع الفعال

⇐ **المعقد ES :**

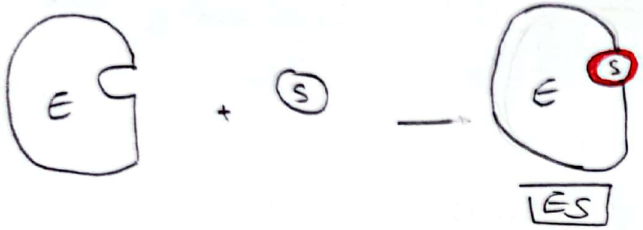
يرتبط الأنزيم بركيزته لوجود تكامل بنيوي بين الشكل الفراغي للموقع الفعال والركيزة فيتشكل معقد أنزيم - ركيزة .



رابعا : أنواع التكاملات البنيوية :

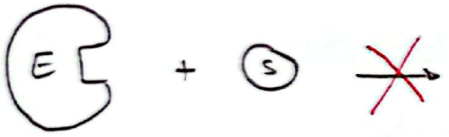
⇐ **التكامل البنيوي المباشر** (قفل مفتاح) .

يكون شكل الركيزة مكمل للموقع الفعال .

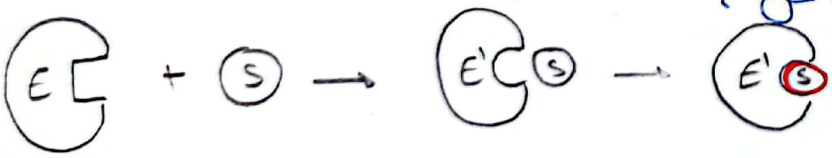


⇐ **التكامل البنيوي المحفز :**

يكون شكل الركيزة غير مكمل للموقع الفعال .

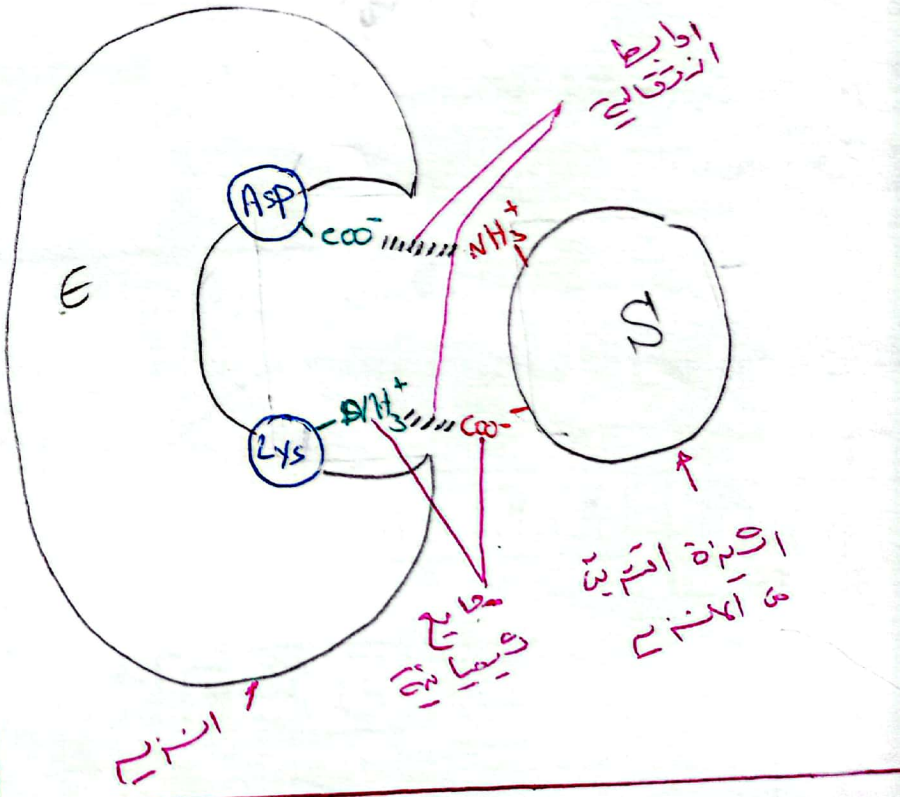


• يؤدي اقتراب الركيزة من الأنزيم إلى تحفيز الأنزيم على تغيير شكل موقعه الفعال حيث تصبح جذور الأحماض الأمينية المشكلة للموقع الفعال متوضعة بكيفية دقيقة مع بعض المجاميع الكيميائية لمادة المتفاعل .



$E + S \longrightarrow E' + S \longrightarrow E'S$

⇐ آلية التدخين الإنزيمي : يربط الإنزيم بالركيزة نتيجة التكامل البنيوي الذي يدعم التفاعل على المستوى الجزيئي بروابط انتقالية تنشأ بتوضع المجموعات الكيميائية الموجودة في الجذور الحرة للأحماض الأمينية [جذور غير مشاركة في استقرار البنية] المتممة للموقع الفعال مع المجموعات الكيميائية الموجودة في الركيزة.



رسم تخطيطي يوضح آلية التدخين الإنزيمي

خامساً : التخصص النوعي لإنزيم :

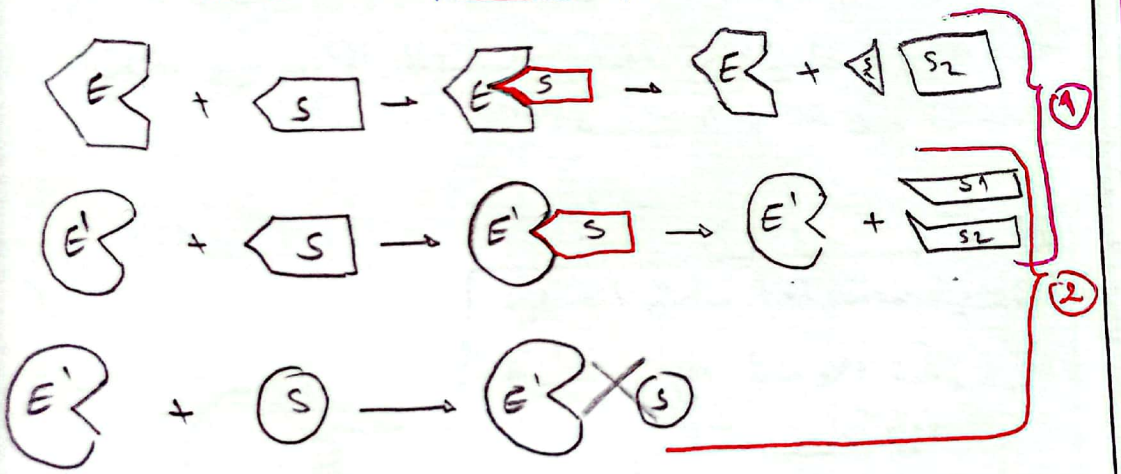
⇐ للإنزيم تخصص نوعي مزدوج :

1/ تخصص نوعي اتجاه مادة التفاعل : أي أن الإنزيم يثبت نوع معين من مواد التفاعل والمواد الأخرى لا يؤثر عليه مثال : يؤكسد الغلوكوز أوكسيداز الغلوكوز ولا يؤكسد الفركتوز .

2/ تخصص نوعي تجاه نوع التفاعل : يؤكسد إنزيمان مختلفان تفاعلين أكسدة بطريقة مختلفة .

مثال . الغلوكوز أوكسيداز يؤكسد الغلوكوز .

و الغلوكوز ديهيدروجيناز يفسفر الغلوكوز .



① تأثير نوعي بالنسبة لنوع التفاعل .

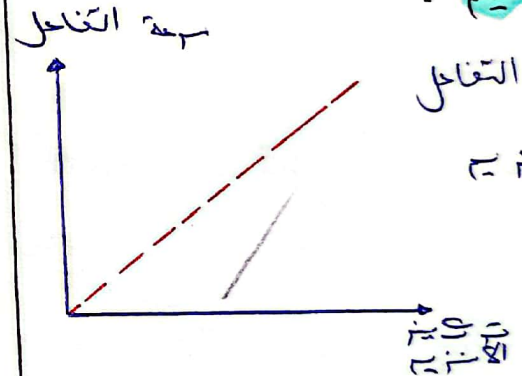
② تأثير نوعي بالنسبة لمادة التفاعل .

- **الثالث النوعي اتجاه مادة التفاعل**: بحيث لكل إنزيم مادة تفاعل خاصة به ويتم ذلك موقع الذرية لتميزه بنية مكملة للركيزة.
- **الثالث النوعي اتجاه نوع التفاعل**: بحيث كل إنزيم يحفز نوع معين من التفاعلات وذلك بفضل موقع التحفيز من الموقع النشط.

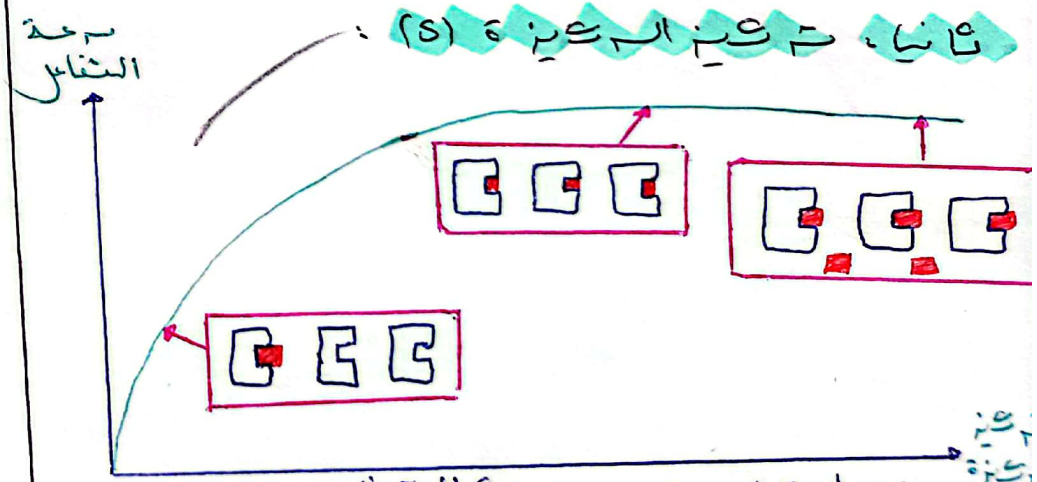
ثانيا: العوامل المؤثرة على نشاط الإنزيم

أولا: تركيز الإنزيم:

⇐ تتناسب طردا سرعة التفاعل الإنزيمي مع تركيز الإنزيم في السرعوية.



ثانيا: تركيز الركيزة (S):



ثالثا: الملوحة:

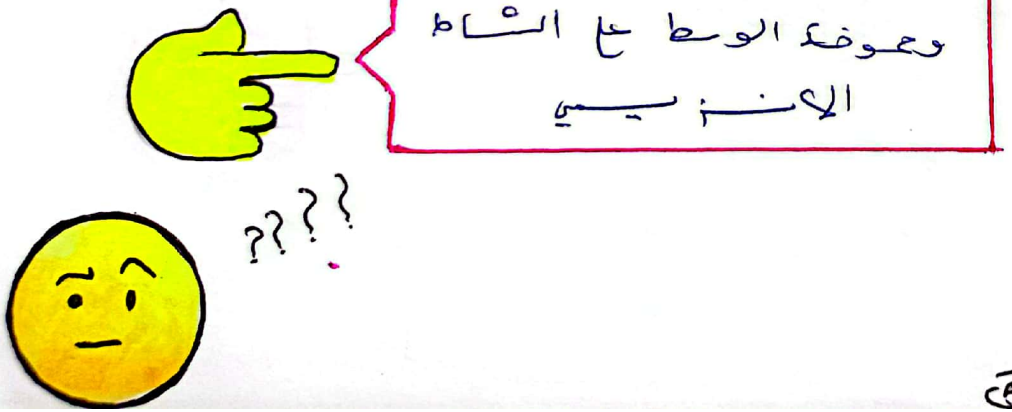
- لكل ملوحة تأثيرها الخاص حيث يتم الدفيم أحسن الشروط التجريبية.

رابعا: المواد الكيميائية والمثبطات:

- لكل مادة كيميائية أو مثبط تأثيره الخاص حيث يتم تفسيرنا لأية تأثير على النشاط الإنزيمي أحسن الشروط التجريبية المقدمة.

خامسا: تأثير درجة الحرارة ودرجة الحموضة:

- لكل إنزيم درجة حموضة وحرارة يكون نشاطه عندها أعظمي يتناقص النشاط الإنزيمي كلما ابتعدنا عن هذه القيمة.



=> أولا تأثير الحموضة :

تؤثر الحموضة على الحالة الكهربائية للإنزيم أي تغير من تأين الوظائف الكيميائية الداخلة في تركيبه خاصة تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال مما يعيق تشكل الروابط الانتقالية مع المجاميع الكيميائية الخاصة بالركيزة وعليه لا تتثبت الركيزة ولا يحدث التحفيز الإنزيمي.

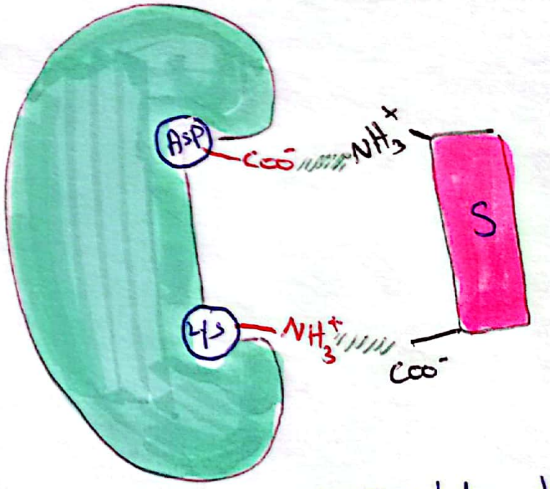
تنشيط الحموضة للنشاط الإنزيمي تنشيط عكس ففي حالة تغير الحموضة من PH غير ملائم - أين يكون النشاط منعدما - إلى PH ملائم للنشاط الإنزيمي فإن الإنزيم يستعيد نشاطه.

العلاقة بين الـ PH الأمثل والـ PH حيث :

PH الأمثل : قيمة الـ PH الذي يوافق أعظم نشاط إنزيمي.

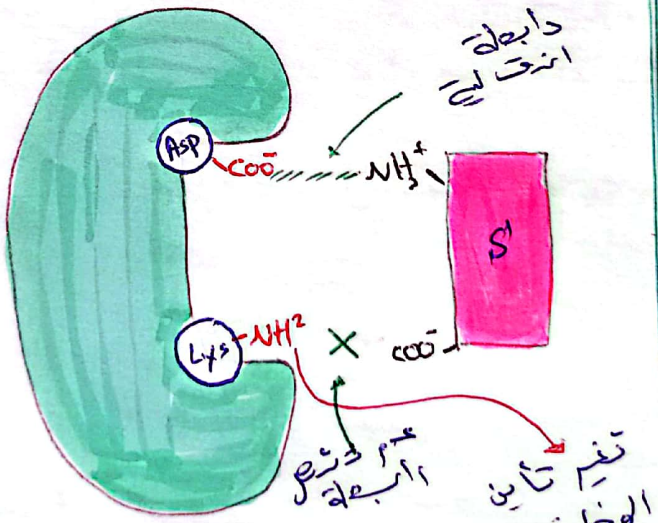
PHi : قيمة الـ PH التي تتكون مجموع شحنات الإنزيم معدومة أي الإنزيم متعادل كهربائيا.

درجة الحموضة المثلى

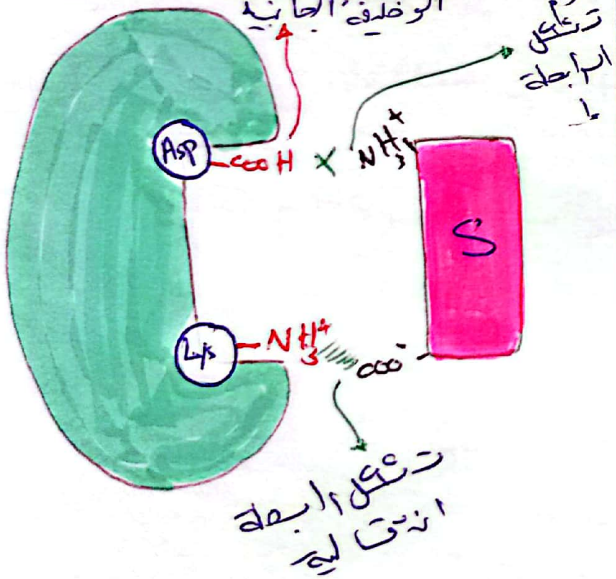


روابط انتقالية

لما PH الوسط أكبر من PH الأمثل



لما PH الوسط أقل من PH الأمثل



ثانياً: تأثير الحرارة

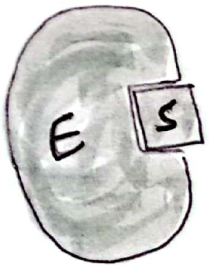
- الإنزيمات من طبيعة بروتينية وتتميز ببنية فراغية معقدة بفضل مجموعة من الروابط البنيوية.

⇐ عند درجة الحرارة المثالية (المثلى)، ترتفع حركية الجزيئات الإنزيمية والتي تتبع بالارتباط بمادة التفاعل ويتكون شكل الموقع الفعال طليعي (هناك تكامل بنيوي بين شكل الموقع الفعال وشكل مادة التفاعل)

⇐ عند درجة الحرارة المنخفضة: تنخفض حركية الجزيئات الإنزيمية وتفقد القدرة على الإرتباط بمادة التفاعل مع الحفاظ على الشكل والبنية الفراغية للموقع الفعال، في هذه الحالة لا نتحدث عن توقف الإنزيم لكن فقدان النشاط الإنزيمي وتكون هذه الوضعية عكسية أي يسترجع الإنزيم نشاطه بارتفاع درجة الحرارة.

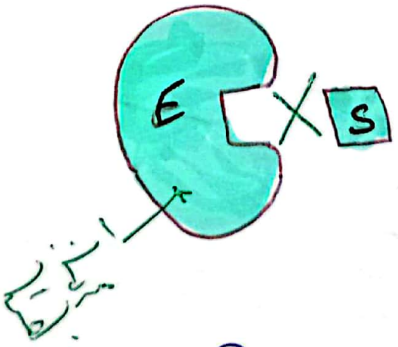
⇐ عند درجة الحرارة المرتفعة: يفقد الإنزيم بنيته الفراغية الطليعية ويتم ذلك بتخريب الروابط البنيوية وبذلك يفقد القدرة على الإرتباط بمادة التفاعل وبالتالي يفقد الإنزيم نشاطه الإنزيمي وتكون هذه الوضعية غير عكسية أي لا يسترجع الإنزيم نشاطه.

• درجة حرارة مثلى

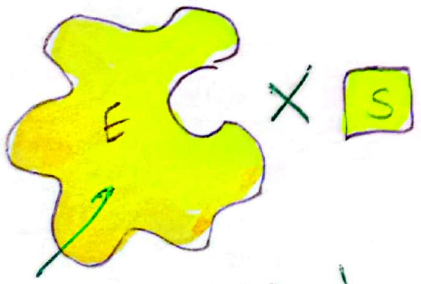


نشكل المعقد ES

• درجة حرارة منخفضة



• درجة حرارة مرتفعة



انزيم مخرب