الإنزيمات

الإنزيمات عبارة عن بروتينات كروية تتوسط التفاعلات في الكائن الحي فتزيد سرعة التفاعل ولاتؤثر على التوازن الكيميائي.

أنواع الإنزيمات

إنزيمات بسيطة

بروتينات مؤلفة فقط من حموض أمينية مثل

التربسين

اليوراز

الببسين

إنزيمات معقدة

جزء بروتيني (Apoenzyme) **الضميم**

+

زمرة قد تكون عضوية اولاعضوية (Coenzyme) **التميم**

↓

(Haloenzyme) **العميم**

تسمية الإنزيمات

تسمية القديمة

اسم الإنزيم + آز

اليوراز
الليباز
السكراز

تسمية الحديثة

اسم الإنزيم + نوع التفاعل+ آز

غلوكوز -٦- فوسفاتاز
لاكتات ديهيدروجيناز
الأوكسيداز

وحدة قياس الانزيم : كمية الانزيم اللازم لتحول ١ ميكرومول من الركازة خلال دقيقة الى نواتج.

درجة نشاط الانزيم : عدد وحدات الانزيم لكل 1mg من البروتين.

تصنيف الإنزيمات

١- انزيمات الاكسدة والاختزال

وتشمل الانزيمات التي تدخل في عملية الاكسدة والاختزال

مثل هيدروجنيز الكحول

٢-انزيمات ناقلة

تعمل على نقل مجموعة فعالة من مركب الى مركب اخر

مثل: نقل مجموعة امين او فوسفات من مركب لآخر

٣- انزيمات التحلل المائي

تعمل على تحليل الروابط الببتيدية والاسترية والروابط الجلايكوزيدية

مثل انزيمات الهضم

انزيم الاميلوز الذي يحلل النشا الى سكريات بسيطة

٤- انزيمات الحذف والاضافة (لايز)

تساعد على ازالة مجموعة كيميائية من مركب كيميائي بدون تحليل مائي وهذه الانزيمات تعمل على الروابط

مثل: انزيم ديكاربوكسيلاز

٥- الانزيمات التماكب (المناظرة)

تعمل تحول مركب الى مركب اخر مناظر له

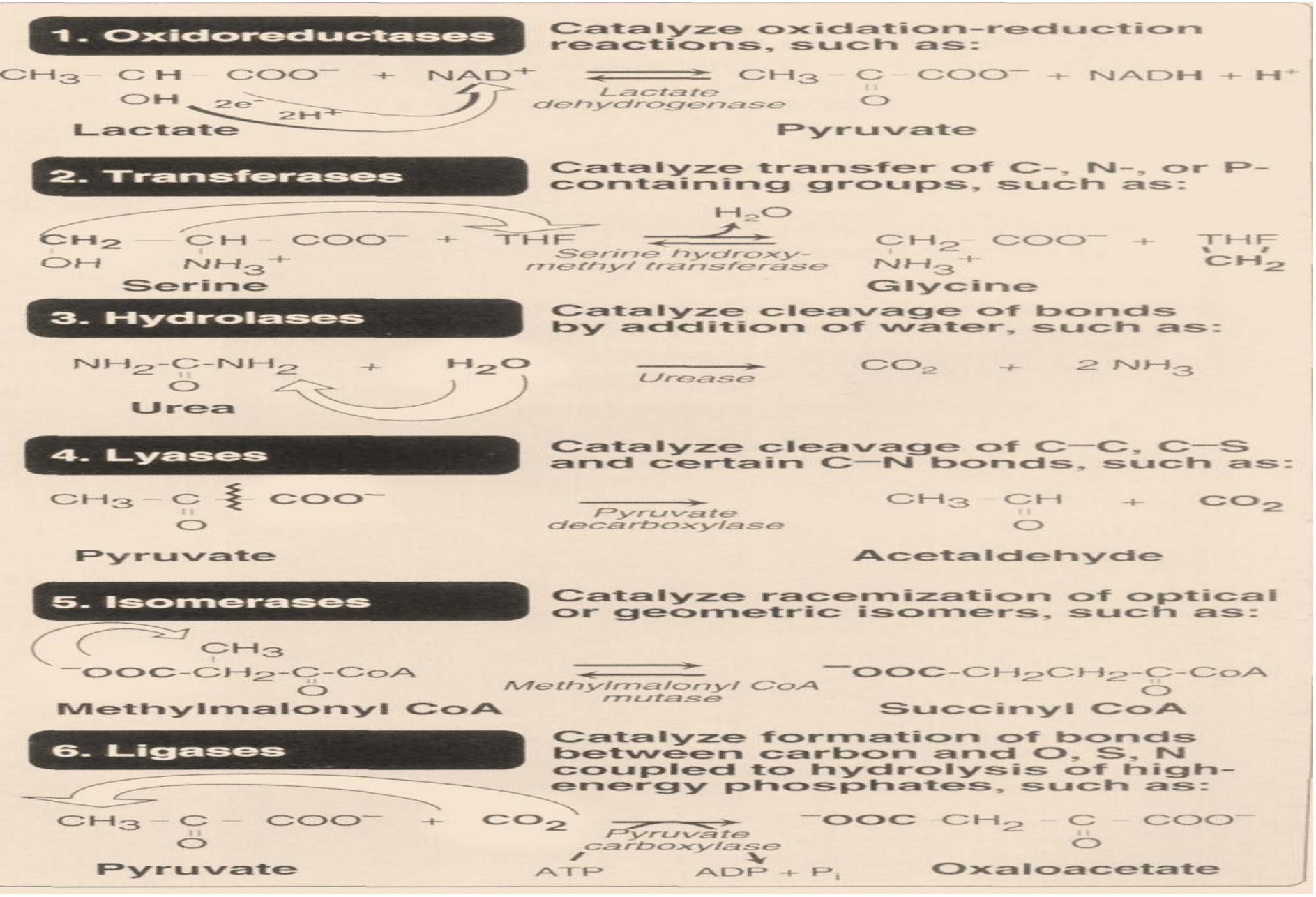
مثل: ايسوميراز

٦- الانزيمات التركيب والاصطناع (الرابطة)

تعمل على ربط جزيئين معا مع تحلل المركب ATP للحصول على الطاقة

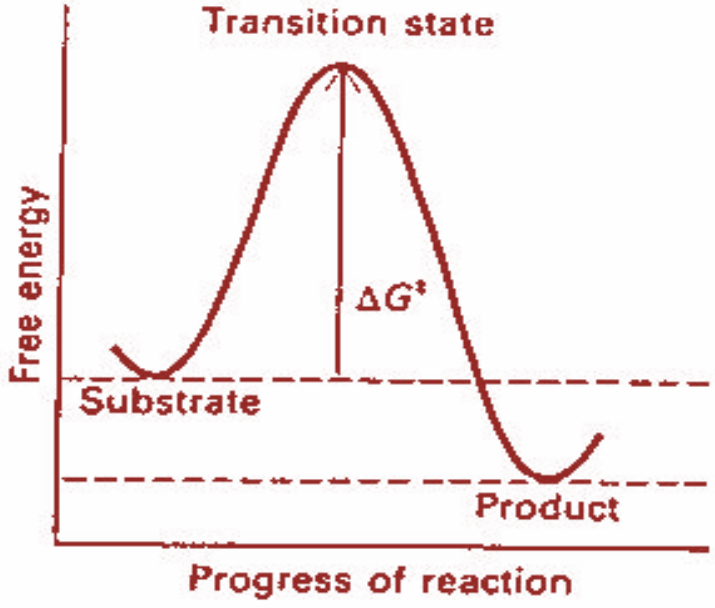
مثل : تايروسيناز

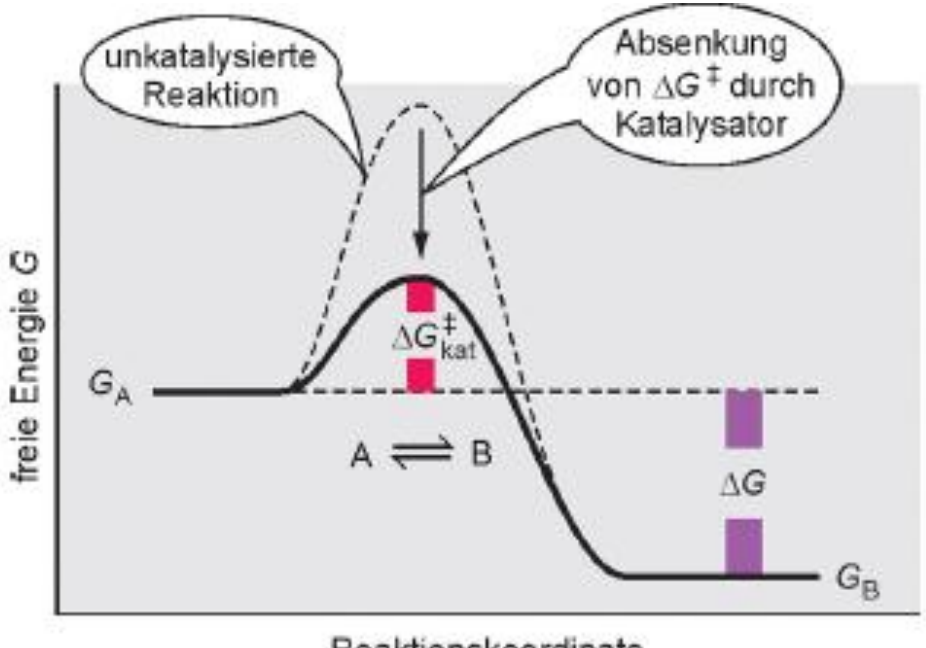
تصنيف الإنزيمات



آلية عمل الإنزيم

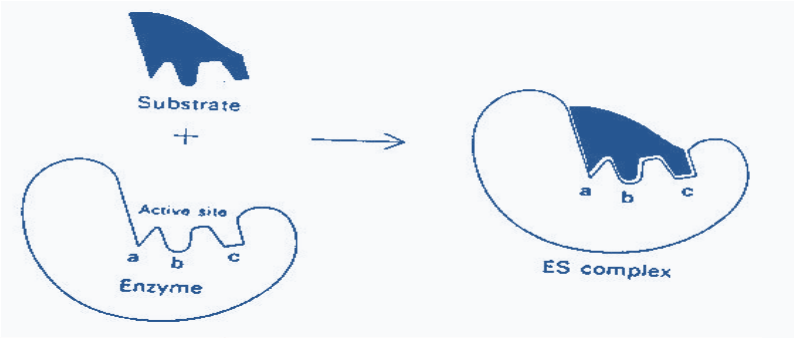
حتى يحدث التفاعل يجب ان يجتاز حاجز طاقي يسمى **طاقة التنشيط**
الانزيمات مهمتها تخفض طاقة التنشيط فتزيد سرعة التفاعل
قمة البياني تسمى **حالة انتقالية** يتكون عندها المعقد انزيم – ركازة **ES**





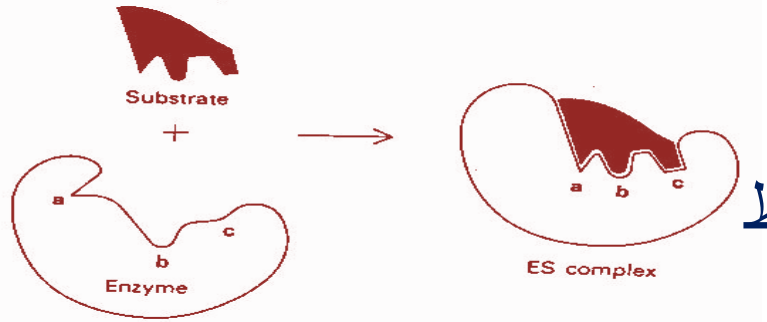
يتكون مركب معقد ES بين الانزيم E والركازة S

ترتبط الركازة بمركز فعال في الانزيم باحدى طريقتين للارتباط:



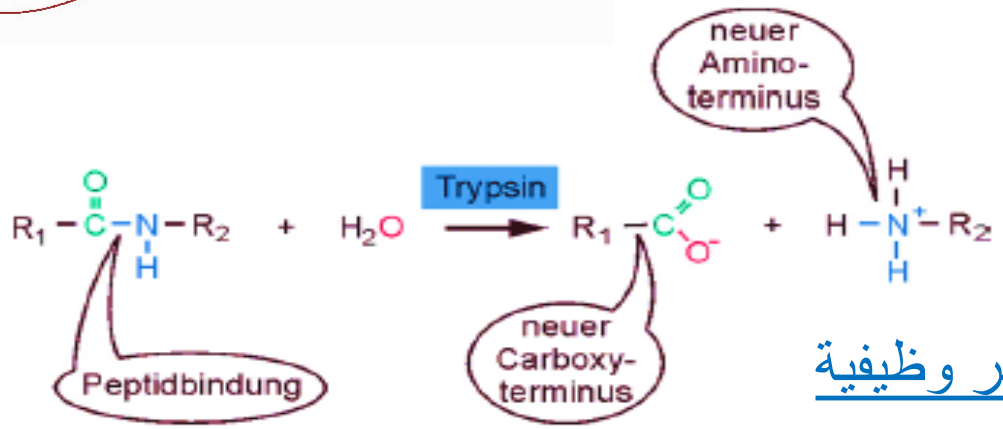
❖ **القفل والمفتاح**،(نظرية قديمة)

للركازة تركيب معين ترتبط بالمركز الفعال كما يرتبط المفتاح بالقفل



❖ **الارتباط بالحفز**،(نظرية حديثة)

يغير الانزيم من شكله عند ارتباطه بالركازة ويصبح المركز الفعال مكمل لشكل الركازة فقط بعد ارتباطها



المركز الفعال :

جيب في البروتين تتوضع داخله زمر وظيفية وحموض أمينية بتتابع **معين** ومحدد

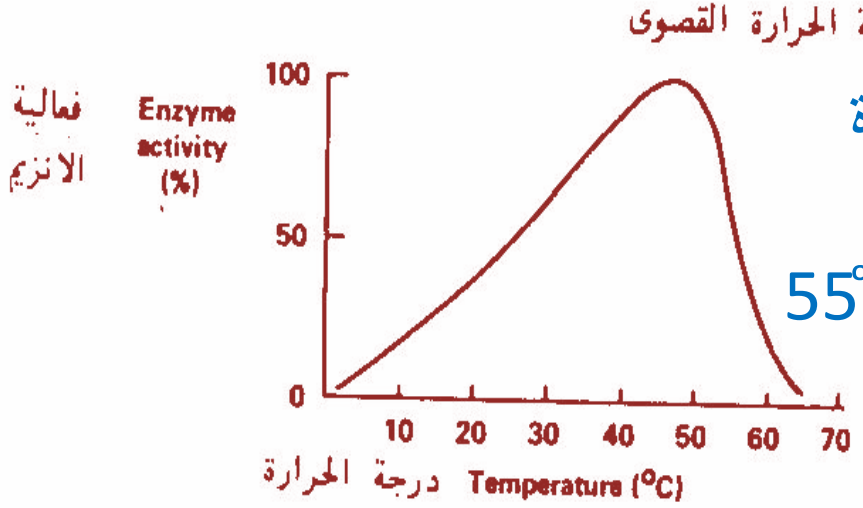
آلية عمل الإنزيم

الركيزة	الإنزيم	ناتج التفاعل	نوع التفاعل
غلوكوز-6-فوسفات	فوسفوغلوكوموتاز	غلوكوز-1-فوسفات	أسترة داخلية
	غلوكوز-6-فوسفات إيزوميراز	فركتوز-6-فوسفات	تماكب
	غلوكوز-6-فوسفات ديهيدروجيناز	غلوكونيك لاكتون-6-فوسفات	أكسدة

العوامل المؤثرة في نشاط الإنزيم

١ـ تأثير الحرارة:

تزداد سرعة التفاعل بارتفاع درجة الحرارة حيث يتضاعف النشاط الانزيمي لكل 10°C قمة النشط للانزيم عند 37°C ويقل عند 55°C بسبب تفكك الروابط الهيدروجينية.



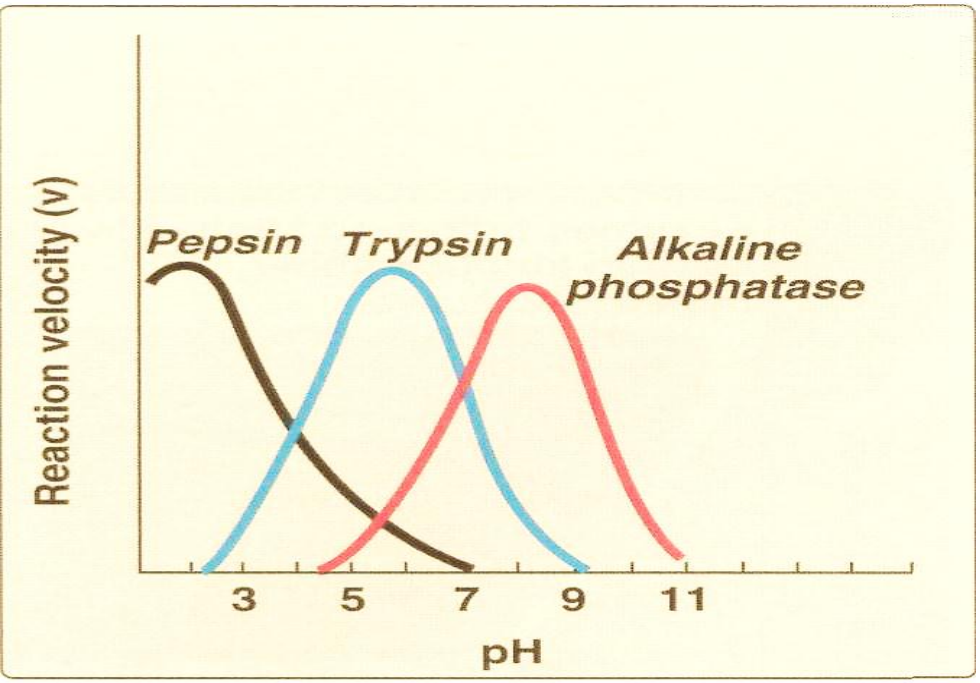
٢ـ تأثير الـ PH:

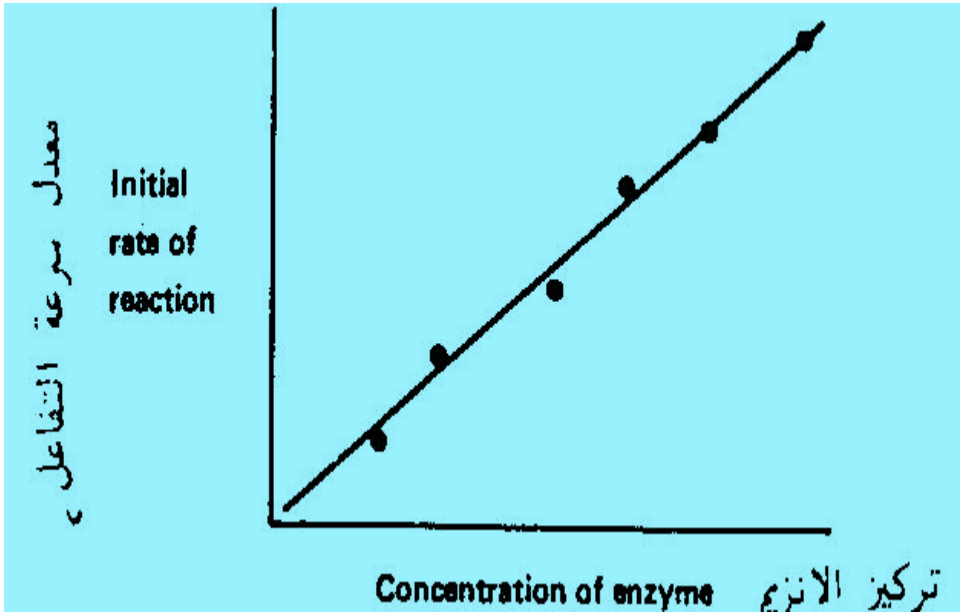
لكل انزيم PH عندها يبدي اقصى فعالية

تسمى الـ PH العظمى

التربسين ٨ = PHالعظمى

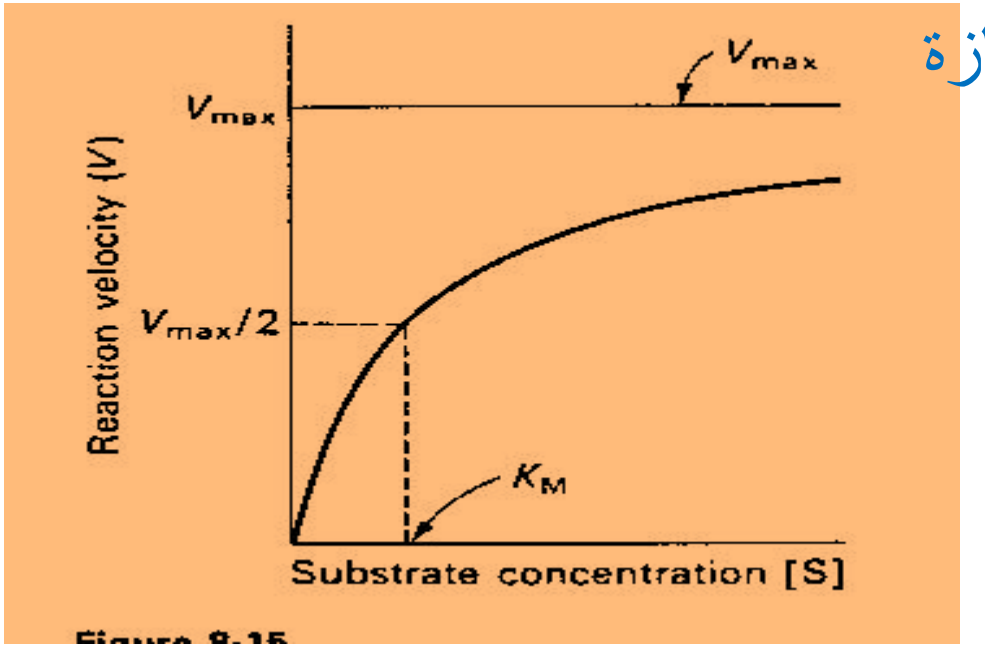
البيسين ٢= PH العظمى





٣- تأثير تركيز الإنزيم

زيادة تركيز الانزيم تزيد سرعة التفاعل



٤- تأثير تركيز الركازة

تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز الركازة الى ان تبقى ثابتة (تكون السرعة قصوى V_{max})

معادلة ميكائيليس- منتن

$$E + S \underset{K_{-1}}{\overset{K_1}{\rightleftharpoons}} ES \xrightarrow{K_2} E + P$$

ثوابت السرعة: k_2 ، k_{-1} ، k_1

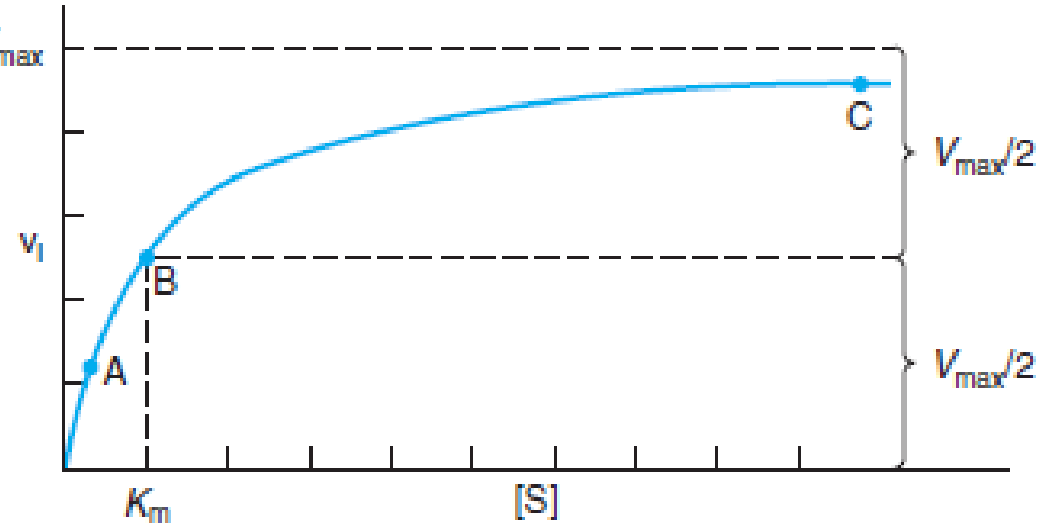
$$V = \frac{Vmax\ [S]}{Km + [S]}$$

V: السرعة الابتدائية للتفاعل،

V_{max} : السرعة العظمى للتفاعل،

[S]: تركيز الركازة،

Km: ثابت ميكائيليس-منتن



Km =تركيز الركازة عندما
سرعة التفاعل المحفز إنزيميا = $V_{max}/2$

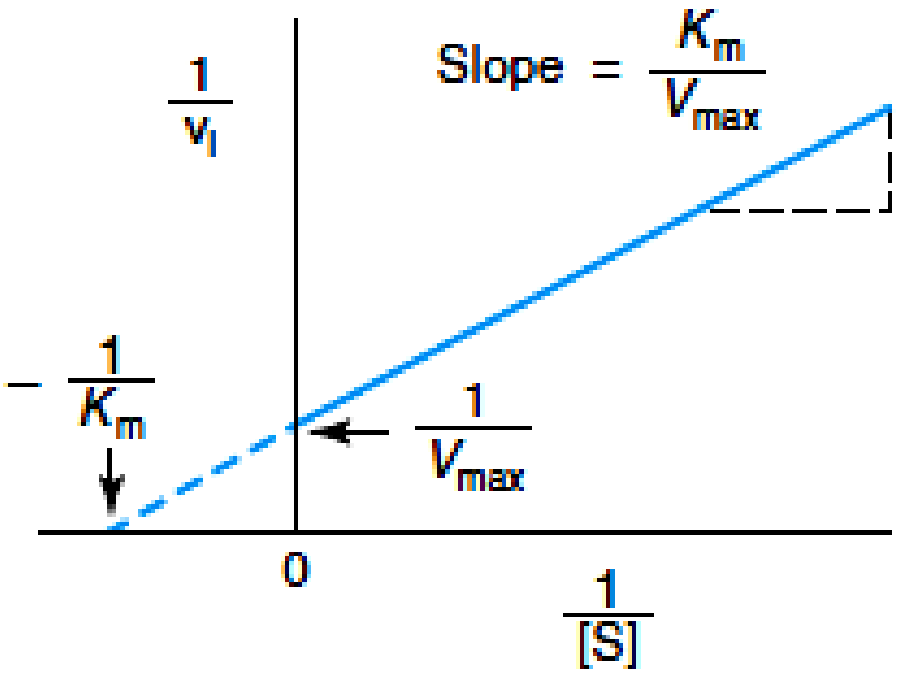
ولكل إنزيم قيمة Km

معادلة لينويفر-بيرك Lineweaver-Burk

$$\frac{1}{V} = \frac{Km}{Vmax\,[S]} + \frac{1}{Vmax}$$

هي مقلوب معادلة ميكائيليس- منتن

مستقيم يتقاطع مع المحور Y هي 1 /Vmax



مثبطات الإنزيمات Enzyme Inhibitors

جزيئات ترتبط مع الإنزيمات وتنقص من فعاليتها

ارتباط المثبط مع الإنزيم: أما عكوسا أو لاعكوس

المثبطات اللاعكوسة Irreversible ⟵

ارتباط المثبط وثيق بالمركز الفعال للانزيم فيمنع ارتباطه بالركازة

مثل مركب DEP الذي يؤثر على انزيم كولين استيراز ويسبب الشلل

DEP ثنائي ايزوبروبيل فلورو فوسفات

المثبطات العكوسة Reversible:

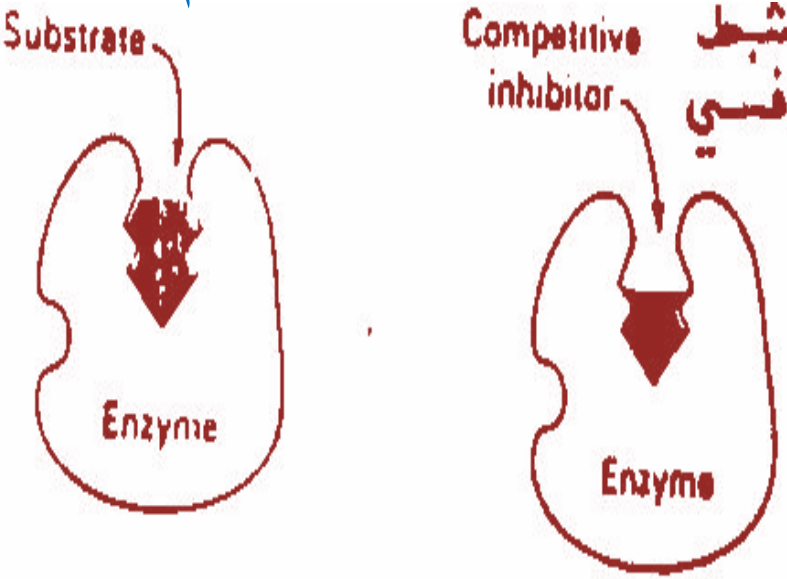
يسهل فك ارتباط المثبط عن الانزيم

(الروابط مثبط - انزيم = روابط غير مشتركة ضعيفة)

ويقسم الى:

١- التثبيط التنافسي Competitive inhibitors

تشابه في التركيب بين المثبط (I) والركازة ويرتبط بالمركز الفعال للانزيم



ليشكل معقد إنزيم- ركازة $E + S \rightarrow ES$

او انزيم-مثبط EI، $E + I \rightarrow EI$

يخفض سرعة التفاعل بالاقلال من الانزيمات

يزال اثره بزيادة تركيز مادة التفاعل.

مثل المالونيت في انزيم سكسنيت ديهيدروجيناز.

٢- التثبيط اللاتنافسي Noncompetitive inhibitors

ارتباط المثبط الى موضع في الانزيم غير المركزالفعال

ليشكل معقد إنزيم- ركازة - مثبط

عندها لايستطيع الارتباط بالركازة

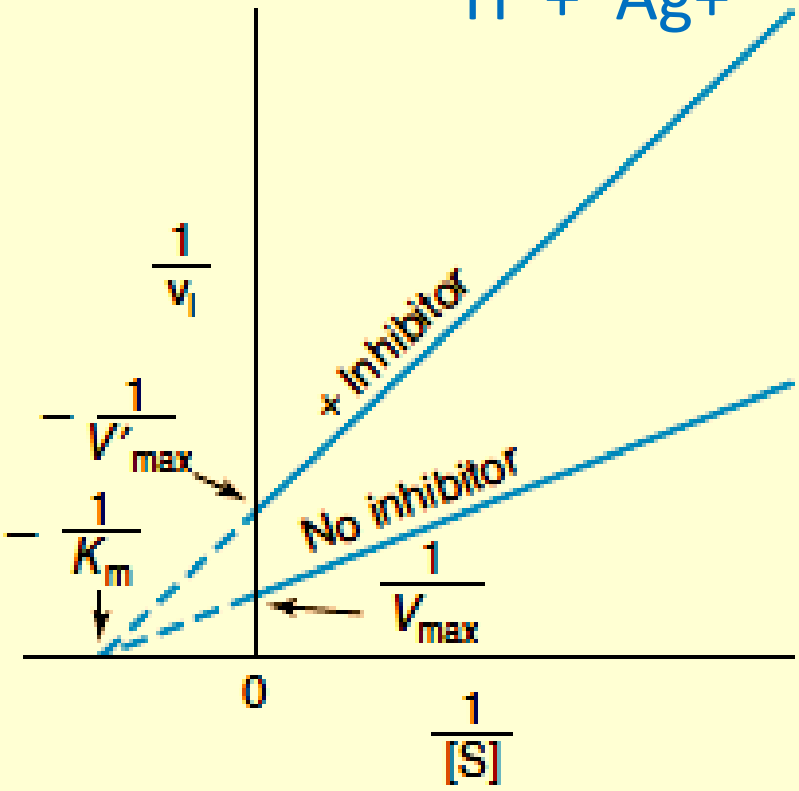
مثل : انزيمات تحتاج بعض المعادن Ca, Mg

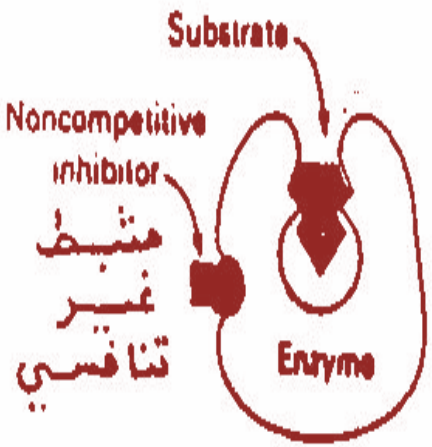
تثبط هذه الانزيمات لاتنافسيا بالمواد ترتبط بالمعادن.

H + Ag+ ➔ E-S-Ag + H+

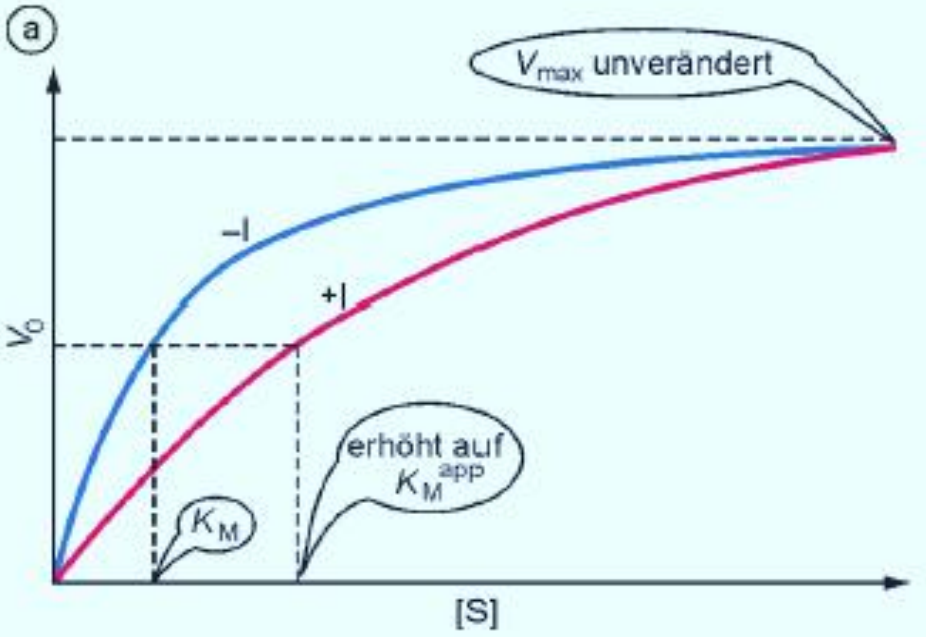
الفرق بين التنافسي واللاتنافسي

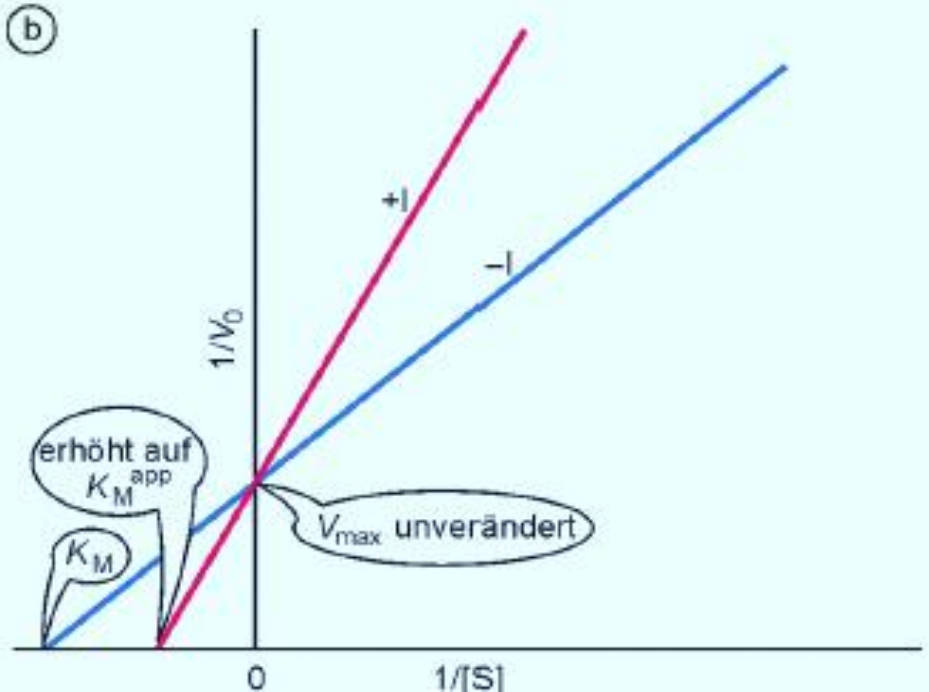
يزال التنافسي بزيادة الركازة اما الآخر فلا.

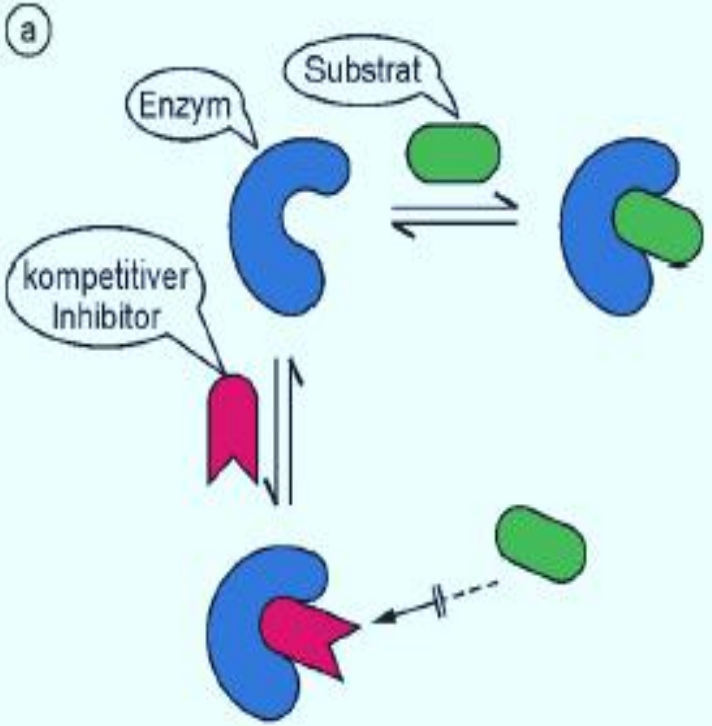


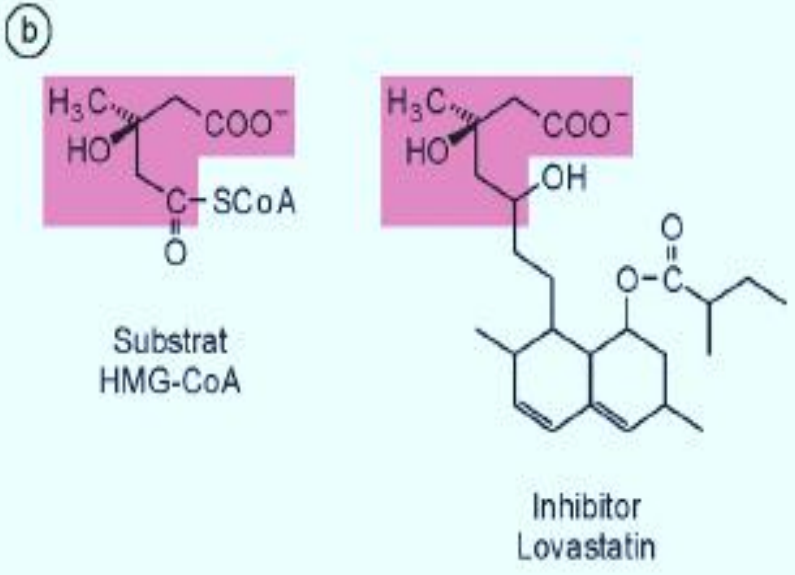


مثبطات الإنزيمات

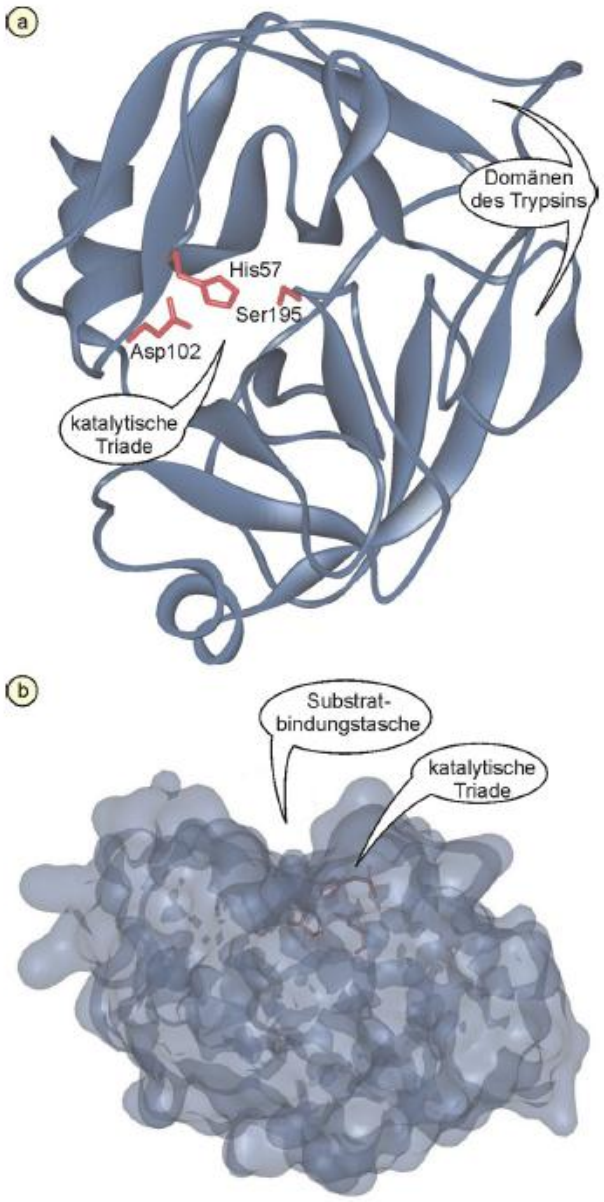


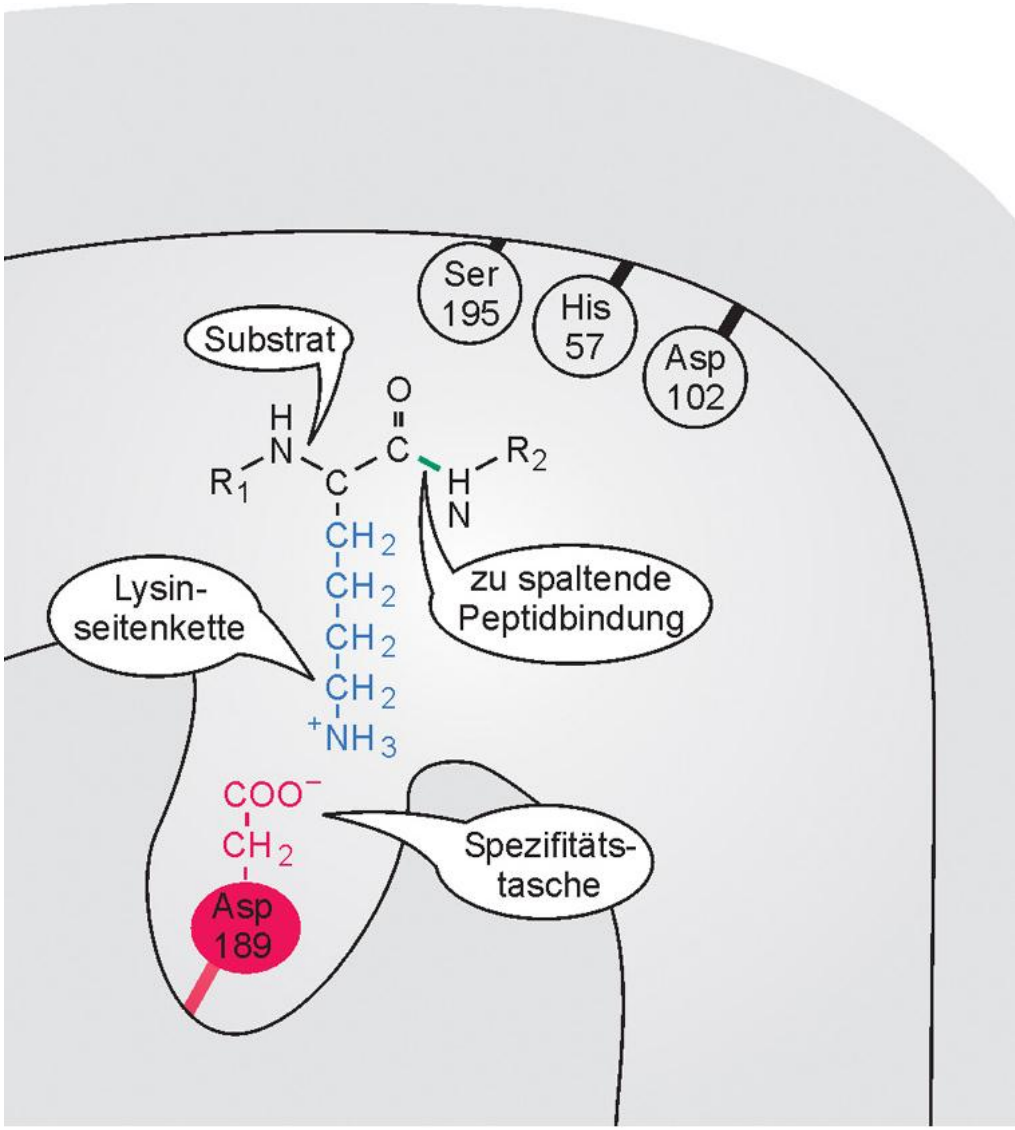






آلية عمل الإنزيم





آلية عمل الإنزيم

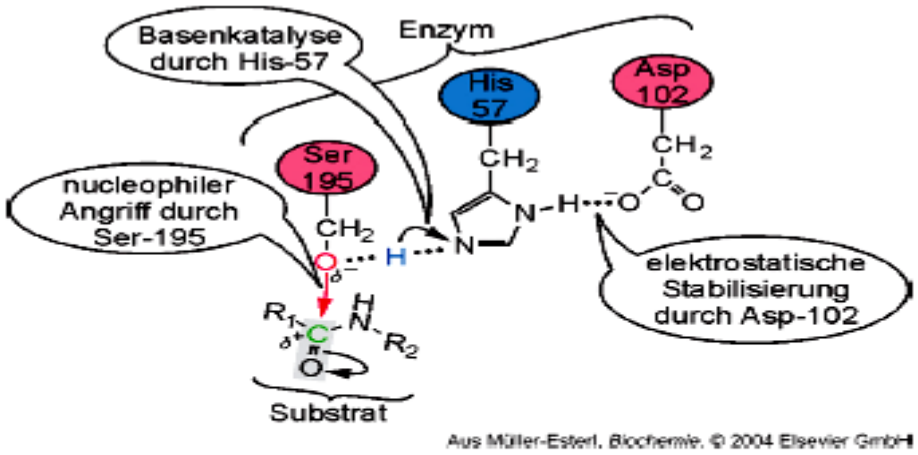
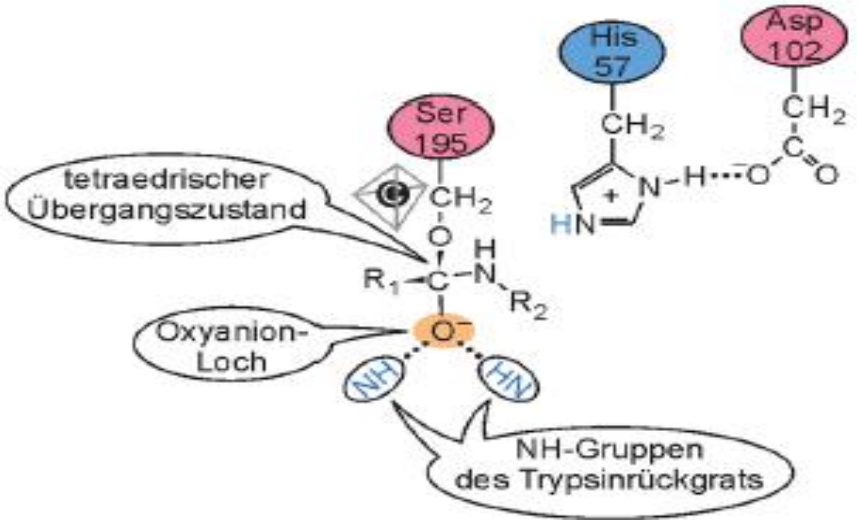
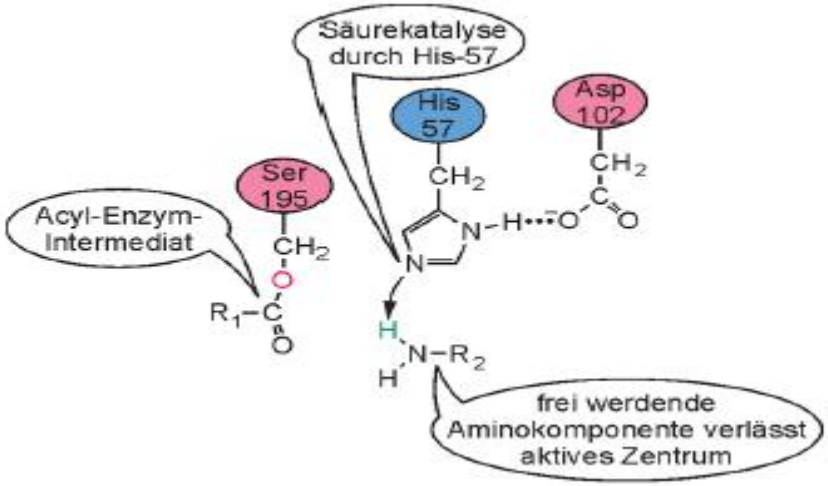
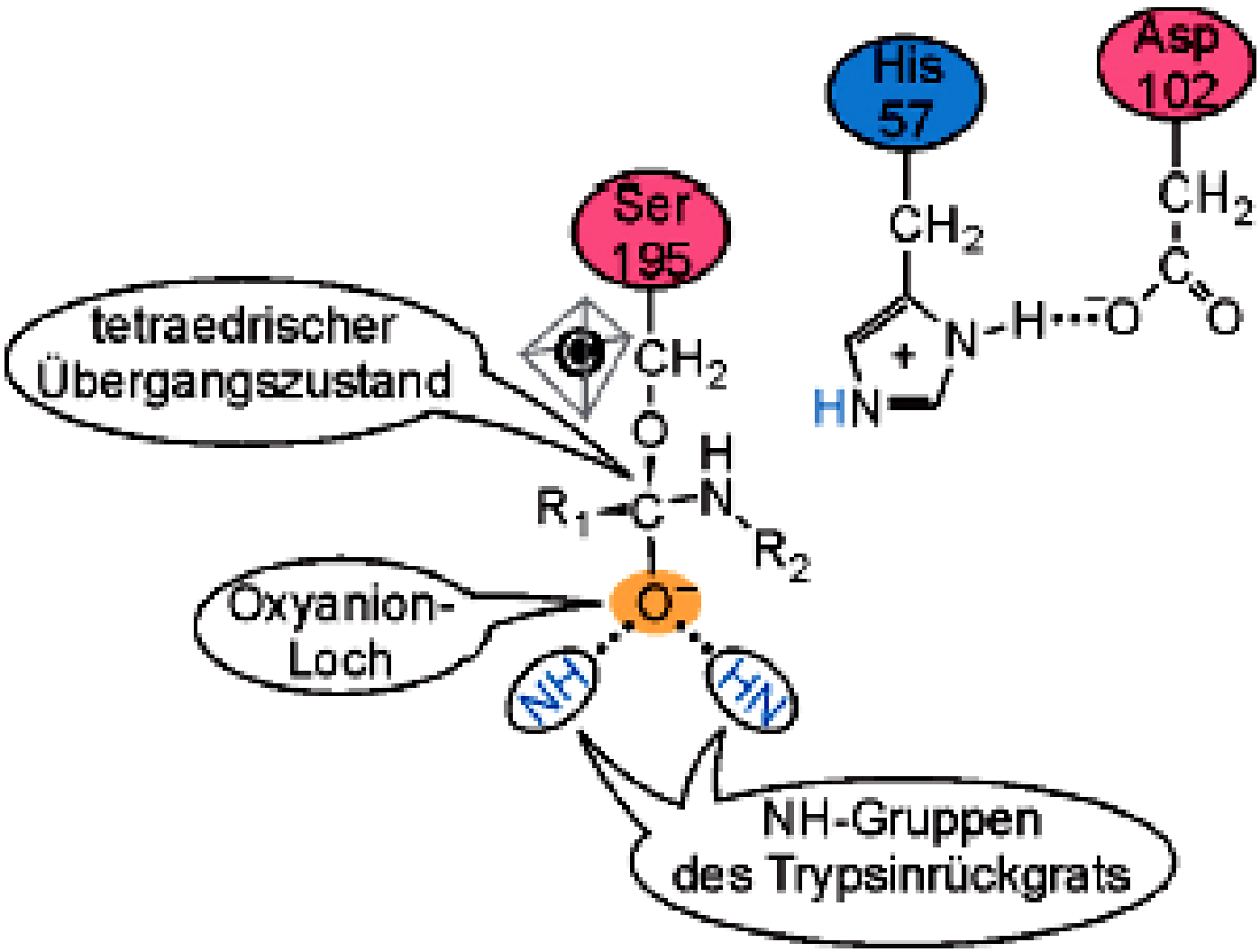


Abb. 12.13 Aktives Zentrum von Trypsin. Ser 195 startet einen nucleophilen Angriff auf die Peptidbindung und transferiert dabei sein Proton auf das benachbarte His 57. Die positive Überschussladung im Imidazolring von His 57 wird wiederum durch die negativ geladene Seitenkette von Asp 102 kompensiert.

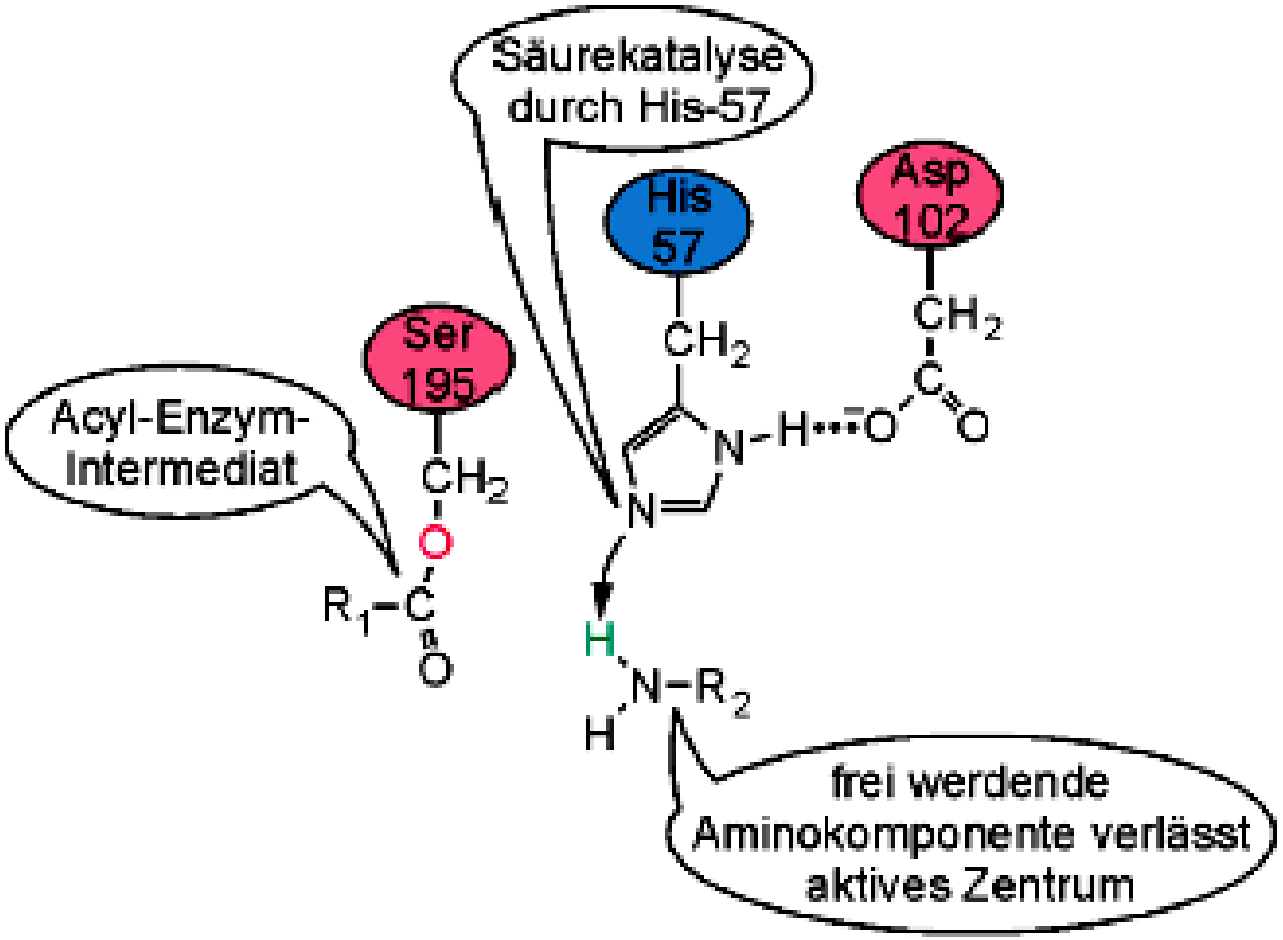




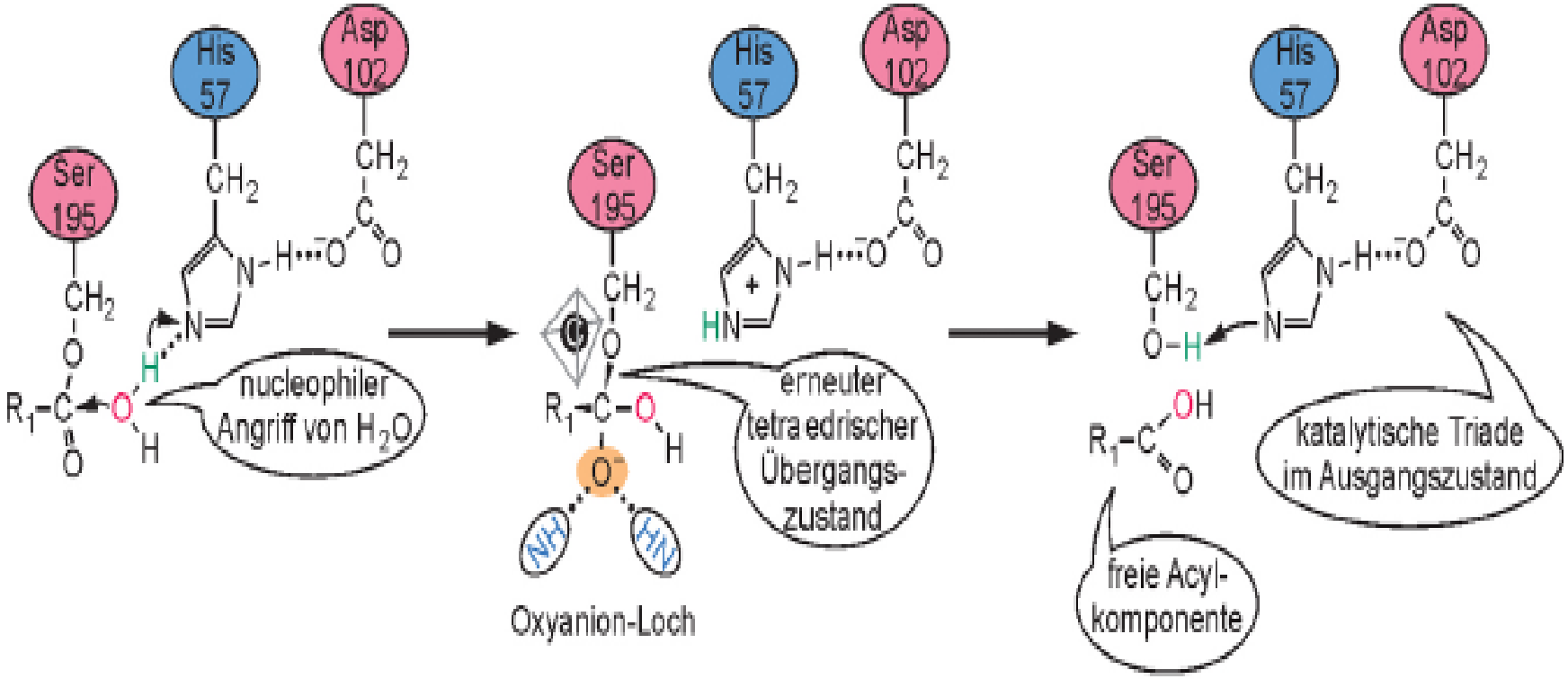
آلية عمل الإنزيم



آلية عمل الإنزيم



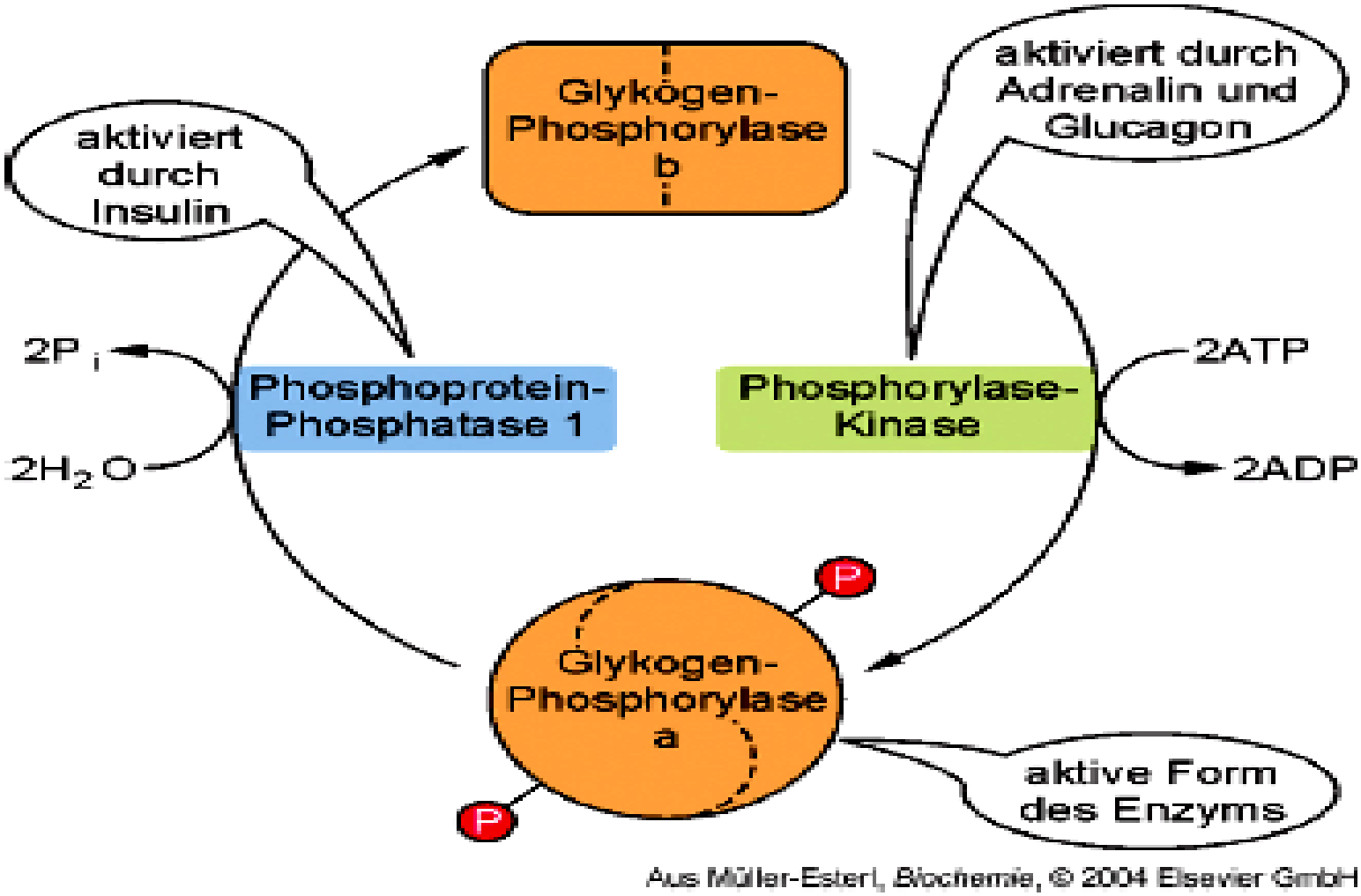
آلية عمل الإنزيم



الوظائف الحيوية للإنزيمات

- احداث الحركة عن طريق حلمهة الATP بالميوزين
- نظم الهضم
- طرق الإستقلابية
- تحرر الفيروسات
- مضخات شوارد

- عملية نقل الإشارة وتنظيم الخلية



الوظائف الحيوية للإنزيمات