

التحضير الجيد للبكالوريا في مادة علوم الطبيعة والحياة

المفاهيم المبنية

BAC
2017

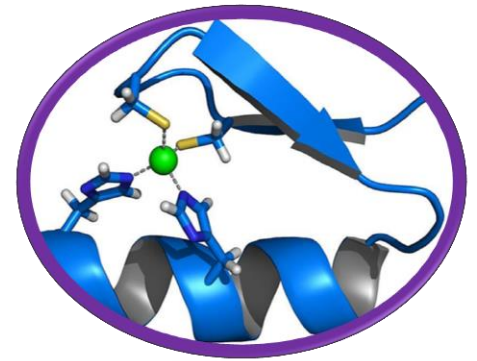
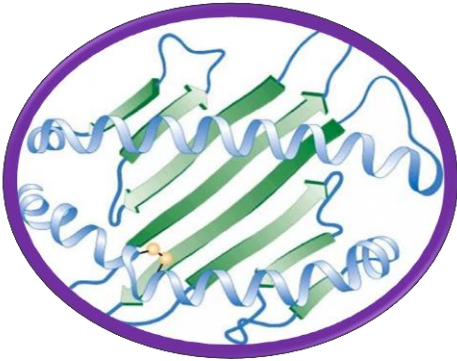
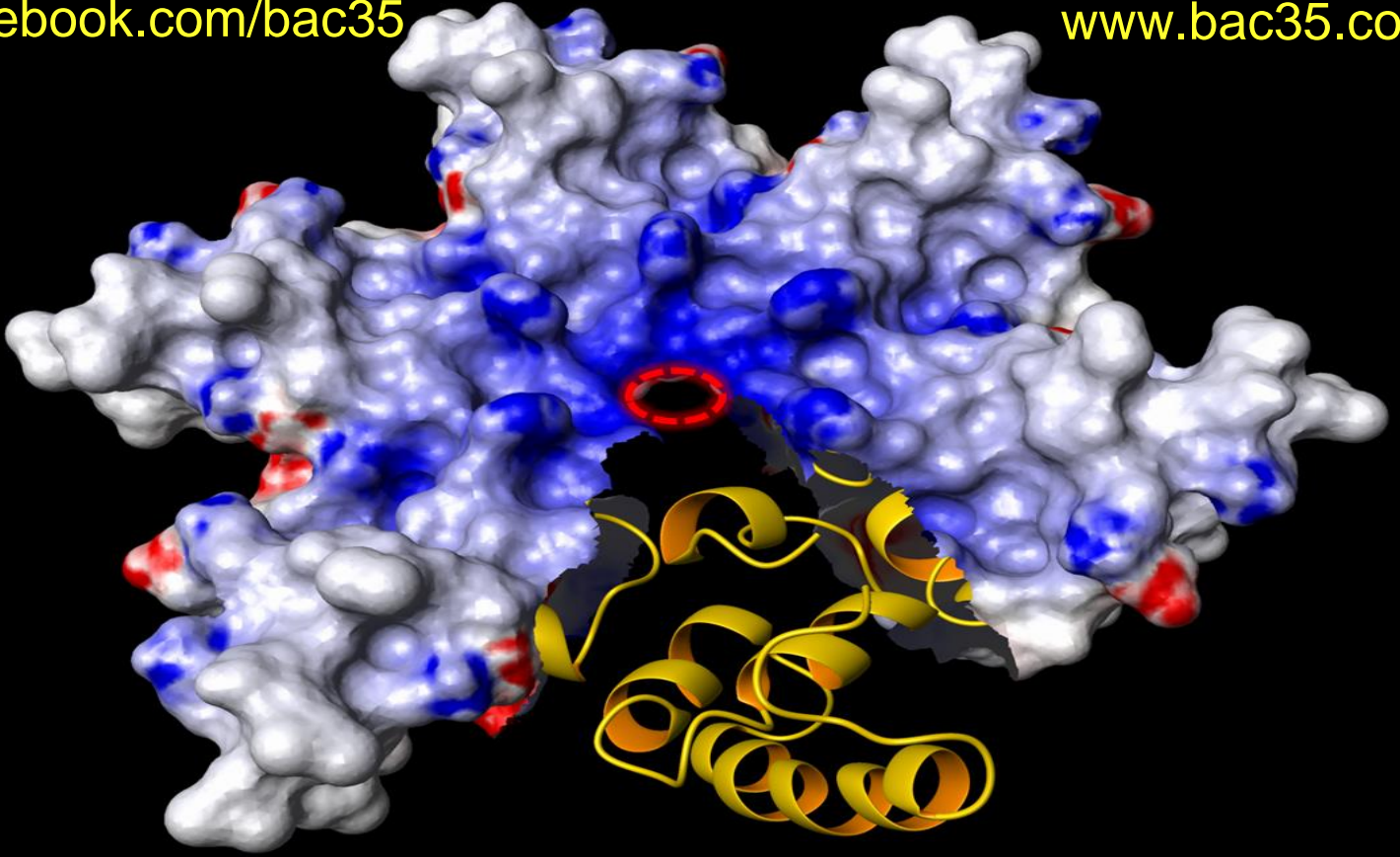
الوحدة 2 : العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

www.facebook.com/bac35

www.bac35.com

facebook.com/bac35

www.bac35.com



اعداد

الأستاذ : بوالريش أحمد

متقن القل

يعود هذا التخصص الوظيفي إلى اكتسابها بنية فراغية محددة ، أي تغير في البنية الفراغية يؤدي إلى فقدان الوظيفة.

I - العلاقة بين البنية الفراغية للبروتين وتخصصه الوظيفي

ترجع البنية الفراغية للبروتين إلى عدد ، طبيعة و تتالي الأحماض الأمينية المشكلة لها.

1 - الأحماض الأمينية :

أ - تعريف الحمض الأميني

الأحماض الأمينية مركبات عضوية .

جميع الأحماض الأمينية (ما عدا الغلايسين) تتكون من

ذرة الكربون (ألفا) مرتبطة بأربع مجموعات مختلفة:

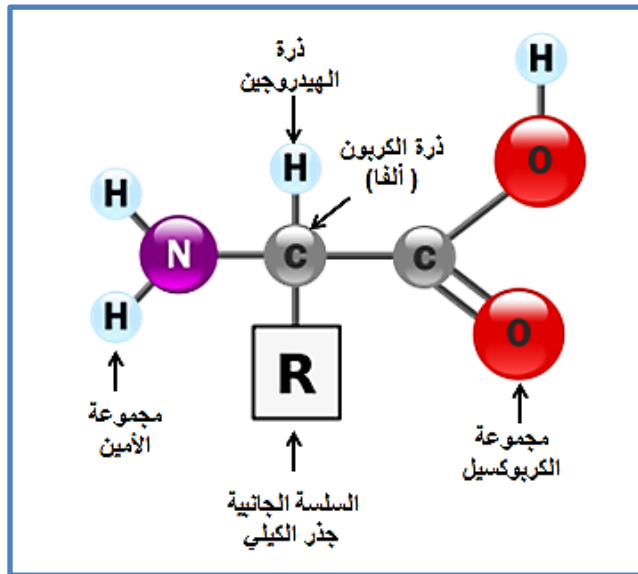
مجموعتين وظيفيتين فعالتين، هما :

♦ مجموعة الأمين (-NH₂) القاعدية

♦ مجموعة الكربوكسيل : (-COOH) الحمضية.

ذرة الهيدروجين

السلسلة الجانبية (R) : متغيرة من حمض أميني إلى آخر



ب - تصنيف الأحماض الأمينية :

■ يوجد عشرون حمضا أمينيا أساسيا تختلف فيما بينها في السلسلة الجانبية (الجذر R).

لكل حمض أميني اسم لاتيني خاص ويختصر في الحروف الثلاث الأولى ويمكن تصنيفها إلى قسمين

أساسيين :

1 - الأحماض الأمينية الخطية:

أ - الأحماض الأمينية ذات السلاسل الكربونية:

الصيغة الكيميائية	الرمز	الاسم اللاتيني	الصيغة الكيميائية	الرمز	الاسم اللاتيني
$\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Leu	Leucine لوسين	$\text{H-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Gly	glycine غليسين
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Ile	Isoleucine ايزولوسين	$\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Ala	Alanine ألانين
			$\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Val	Valine فالين

ب - الأحماض الأمينية الهيدروكسيلية: تحتوي على وظيفة كحولية

الصيغة الكيميائية	الرمز	الاسم اللاتيني	الصيغة الكيميائية	الرمز	الاسم اللاتيني
$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Thr	Thréonine الثريونين	$\text{OHCH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	Ser	Sérine السيرين

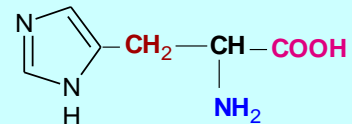
ج - الأحماض الأمينية الكبريتية : تحتوي على الكبريت

الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية	الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية
Cystéine سيسستئين	CyS H	$\text{HS}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Méthionine مثنونين	Met	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

د - الأحماض الأمينية الحامضية وأميداتها : تحتوي على وظيفتين حمضيتين و وظيفة أمينية واحدة

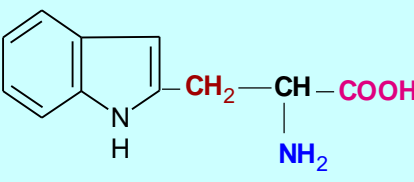
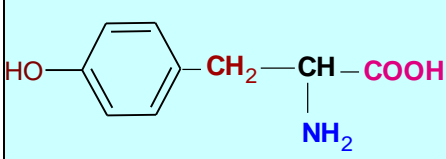
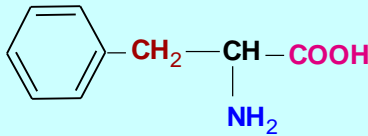
الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية	الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية
Acide Aspartique حمض الاسبارتيك	Asp	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	acide Glutamique حمض الغلوتاميك	Glu	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Asparagine الاسبارجين	Asn	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Glutamine الغلوتامين	Gln	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

هـ - الأحماض الأمينية القاعدية : تحتوي على وظيفتين أمينيتين و وظيفة حمضية واحدة

الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية	الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية
Lysine ليزين	Lys	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Arginine أرغنين	Arg	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Histidine هستدين	His				

2 - الأحماض الأمينية الحلقية:

أ - الأحماض الأمينية العطرية:

الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية	الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية
Tryptophane تريبثوفان	Try		Tyrosine تيروزين	Tyr	
Phénylalanine فينيل ألانين	Phe				

ب - الأحماض الامينية:

لا يحتوي الحمض الأميني بروتين على مجموعة أمين NH2 ولكن مجموعة إيمين (NH) Imine group .

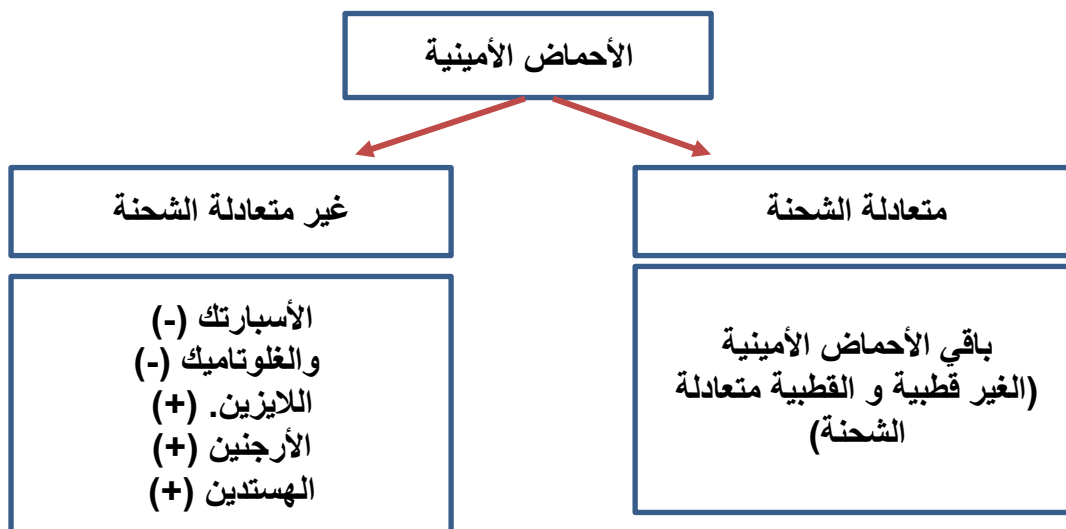
تنغلق الحلقة عند بناء الحمض الأميني بروتين.

الاسم اللاتيني	الرمز	الصيغة الكيميائية
Proline البرولين	Pro	

ملاحظة :

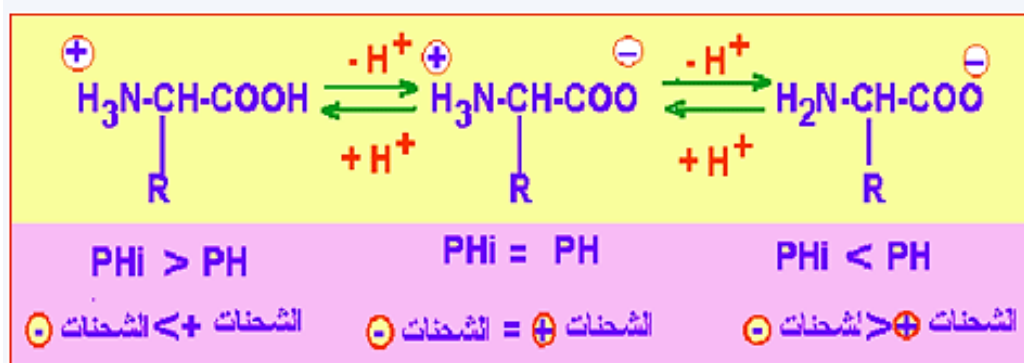
كما تصنف الأحماض الأمينية حسب السلسلة الجانبية إلى:

- أحماض أمينية قاعدية (ليزين، أرجينين...)
- أحماض أمينية حمضية (حمض الغلوتاميك، حمض الأسبارتيك....)
- أحماض أمينية متعادلة (سيرين، الغليسين..).

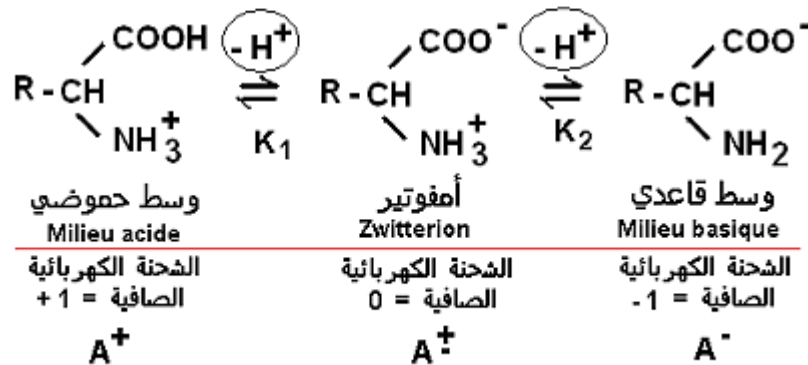


جـ - سلوك الأحماض الأمينية في الوسط :

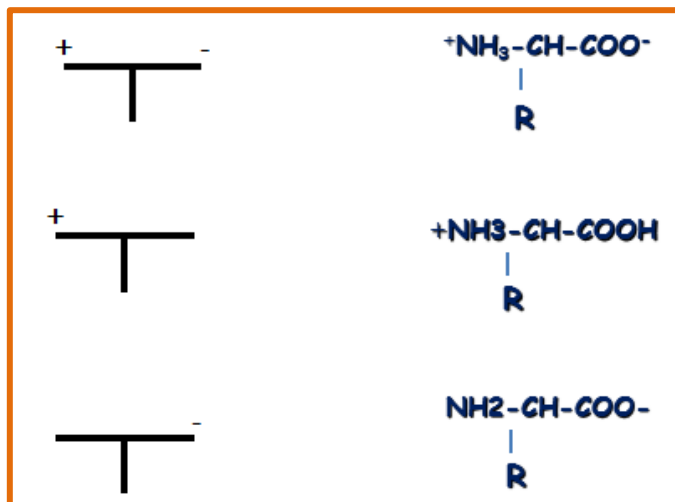
- تسلك الأحماض الأمينية سلوك الأحماض (تعطي بروتونات) وسلوك القواعد (تكسب بروتونات) وذلك تبعا لدرجة pH الوسط ، لذلك تسمى الأحماض الأمينية بالمركبات الحمضية (امفوتيرية).
- الأحماض الأمينية هي مركبات حاملة لشحنات (مشحونة).
- تختلف شحنة الحمض الأميني تبعا لدرجة pH الوسط.



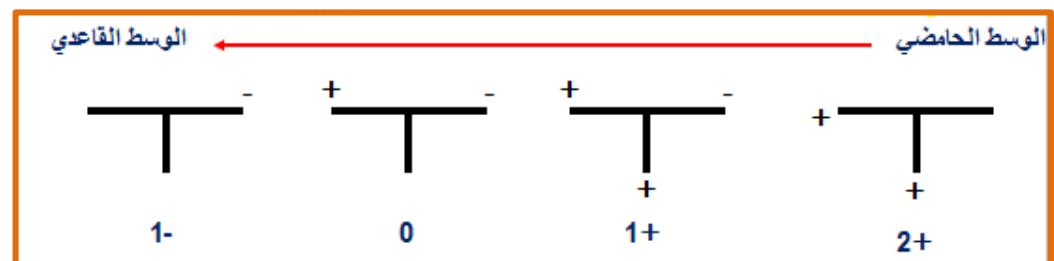
تمتاز الأحماض الأمينية المتعادلة بغياب أية شحنة كهربائية يحملها الشق R. عند درجة الحموضة العالية (pH = 1) يكون الحمض الأميني مشبع تماما بالبروتونات و يحمل شحنة كهربائية موجبة (+). عند الإضافة التدريجية للقاعدة، تبدأ مجموعة الكربوكسيل المحمولة فوق الكربون ألفا (aC)، و هي أكثر حامضية، بفقد بروتونها، تليها مجموعة الأمين



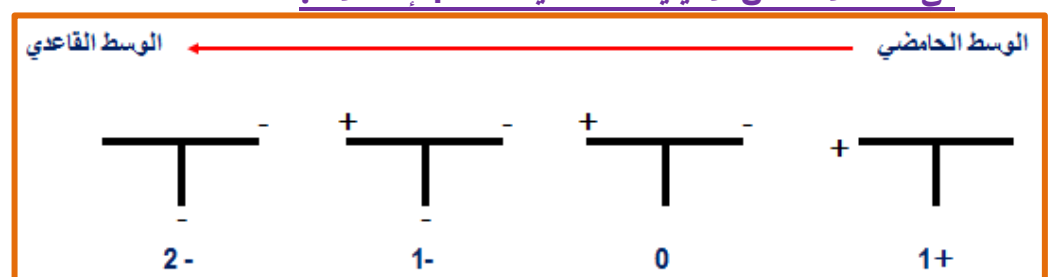
■ في حالة حمض أميني متعادل هناك ثلاث احتمالات للشحنة:



■ في حالة الأحماض الأمينية القاعدية هناك 4 احتمالات:



■ في حالة الأحماض الأمينية الحامضية هناك 4 احتمالات:



تحديد نوع ومقدار شحنة الحمض الأميني

الحمض الأميني موجب الشحنة (+) $pH < pHi$ الوسط

الحمض الأميني سالب الشحنة (-) $pH > pHi$ الوسط

الحمض الأميني متعادل الشحنة (0) $pH = pHi$ الوسط

تزداد الشحنة الموجبة أو السالبة كلما زاد الفرق بين قيمت pHi وقيمة pH

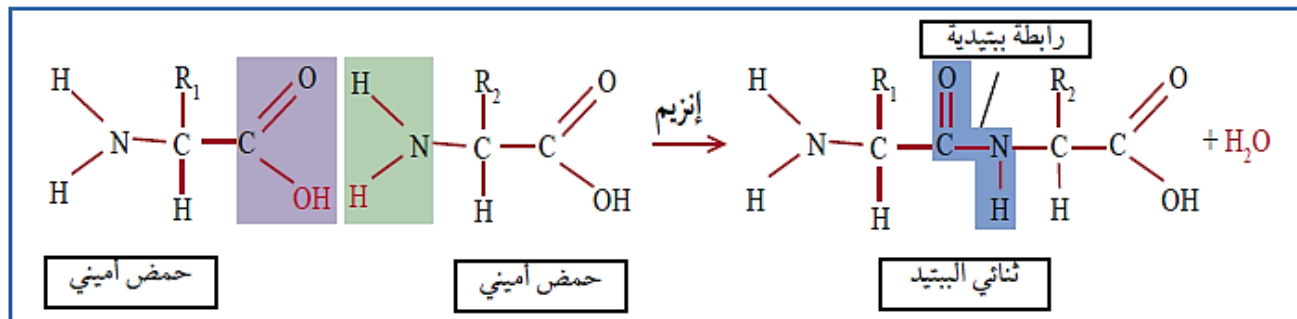
تعريف نقطة التعادل الكهربائي pHi :

هي قيمة من PH عندها يكون الحمض الاميني متعادل كهربائيا (عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة)، أي محصلة الشحنات الموجبة والشحنات السالبة معدومة (0).

2 – تشكل الرابطة الببتيدية:

كيفية ارتباط الأحماض الأمينية مع بعضها :

نظرا لوجود الوظيفتين الحمضية والأمينية في الأحماض الأمينية فإنهما تتحدان مع بعضهما مع فقد جزيئة ماء وذلك بإتحاد المجموعة الكربوكسيلية لحمض أميني مع المجموعة الامينية للحمض الأميني الموالي مشكلة رابطة ببتيدية.

**مفهوم الرابطة الببتيدية :**

هي رابطة تكافؤية قوية بين حمضين أمينيين متتاليين و تتشكل بين المجموعة الكربوكسيلية للحمض الأميني الأول مع المجموعة الأمينية للحمض الأميني الموالي مع فقد جزيئة ماء.

شحنة الببتيد والبروتين

❖ تنتج شحنة الببتيد من شحنة الأحماض الأمينية المكونة له.
❖ تملك السلسلة الببتيدية مهما كان طولها ونوع الأحماض الأمينية المكونة لها نهاية أمينية واحدة ونهاية كربوكسيلية واحدة.

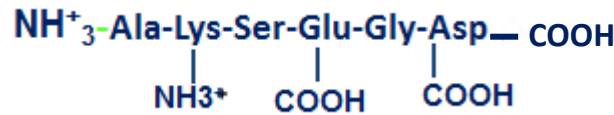
لذلك تختلف شحنة الببتيد حسب نوع الجذور . بما أن جذور الأحماض الأمينية المتعادلة لا تملك أي شحنة فإن شحنة الببتيد تعتمد على الجذور الحامضية والقاعدية.

❖ لكل ببتيد أو بروتين قيمة pHi تكون عندها شحنة الببتيد أو البروتين متعادلة (عدد الشحنات السالبة = الموجبة)
❖ يمكن تحديد هذه القيمة مخبريا بوضع الببتيد في مجال كهربائي عند درجات pH مختلفة وتحديد قيمة pH التي لا يتحرك فيها الببتيد أو البروتين.

❖ يمكن كذلك تحديد قيمة الشحنة عند pH الحامضي القوي ($pH=1$) و القاعدي القوي ($pH=13$) عند معرفة عدد الأحماض الأمينية القاعدية والحامضية الداخلة في تركيب الببتيد.

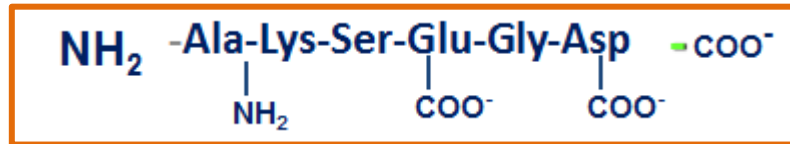
مثال : سداسي ببتيد

- 1



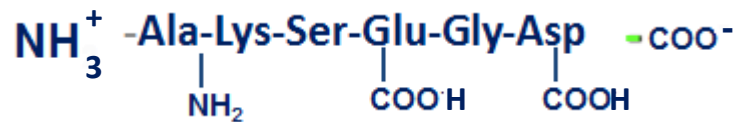
تكون شحنته عند pH=1 هي **2+** وذلك لأن الشحنة الموجبة الأولى ناتجة من مجموعة الأمين القاعدية في النهاية الأمينية والشحنة الموجبة الثانية ناتجة من الجذر القاعدي لحمض Lys .
أي أن شحنة الببتيد أو البروتين عند pH=1 هي عدد الأحماض الأمينية القاعدية **1+**

- 2



شحنة الببتيد عند pH=13 هي **3-** وذلك لوجود جذرين حامضيين (Glu و Asp) بالإضافة إلى النهاية الكربوكسيلية التي تكتسب شحنة سالبة في الوسط القاعدي القوي.
شحنة الببتيد هي عند pH=13 هي مجموع عدد الأحماض الأمينية الحامضية **1+** لكن بإشارة سالبة.

3 - عند $\text{PHi} = \text{PH}$: شحنة الببتيد معدومة (0)



معلومات مكملة :

1 - لشحنة البروتين أهمية كبيرة في الحفاظ على بنية ووظيفة البروتين مثل تكوين بعض أنواع الروابط المتدخلة في استقرار البنية الثالثة والرابعة للبروتين وكذلك في ارتباط مادة التفاعل وسير التفاعل عند الإنزيمات.

2 - الخصائص الكيميائية للأحماض الأمينية

نوع التفاعلات الكيميائية:

يعتمد على نوع المجموعات الوظيفية.

مجموعة COOH في الجزء الثابت

مجموعة NH₂ في الجزء الثابت

مجموعات أخرى في الجذر مثل مجموعة OH أو مجموعة SH

مثال: تفاعل الأسترة بين حمض أميني وARNt (تنشيط الأحماض الأمينية)

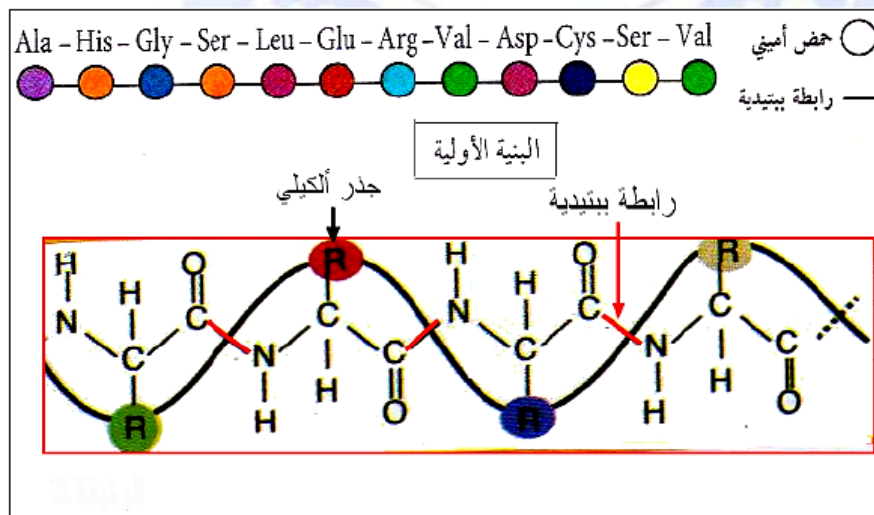
3 - مستويات البنية الفراغية للبروتينات

لكل بروتين بنية فراغية محددة بدقة متناهية ، هذه البنية هي المسؤولة عن وظيفة هذا البروتين. أي تغير في البنية الفراغية يؤدي إلى فقدان الوظيفة.
نظرا لتعقيد البنية الفراغية للبروتينات قام العلماء بوصف أربعة مستويات بنيوية متدرجة في تعقيدتها وهذه المستويات هي :

أ - البنية الأولية (primary structure):

مميزاتها

- ❖ هي بنية تنتج أثناء عملية الترجمة بفضل ارتباط الأحماض الأمينية بروابط (تكايفية) ببتيدية (CO-NH).
- ❖ محددة بالترتيب والتسلسل من حيث الأحماض الأمينية
- ❖ التسلسل ثابت ومميز ومحدد وراثيا
- ❖ هي أبسط مستوى من البنية
- ❖ لا وجود للإلتفاف (الانطواء)

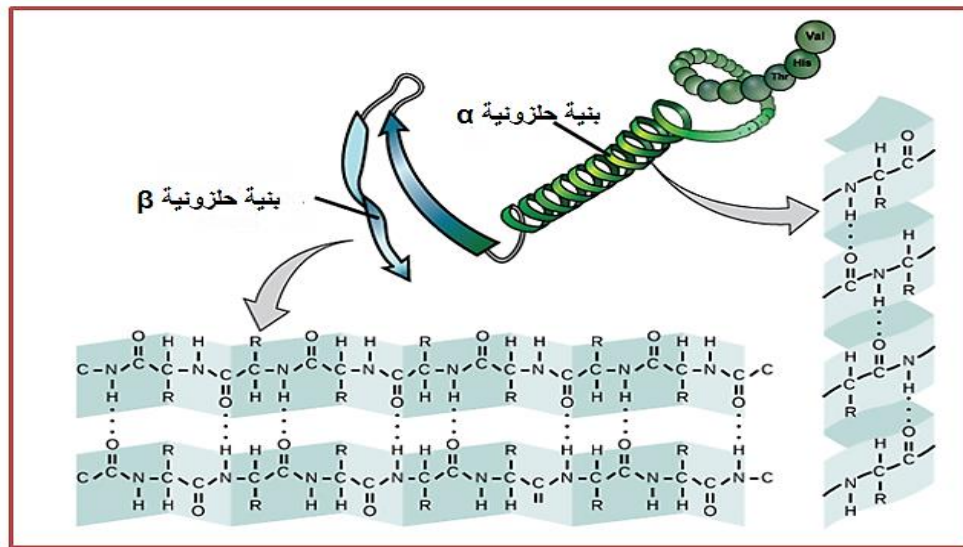


أهمية البنية الأولية

■ تحدد التركيب النوعي والتسلسل من حيث الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية

ب - البنية الثانوية (secondary structure) :

- هي إلتفاف (انطواء) السلسلة الببتيدية ذات البنية الأولية في مناطق محدودة في شكل بنية حلزونية α أو أوراق مطوية β وبقاء بعض المناطق غير ملتفة في شكل α أو β (مناطق بينية).
- استقرار البنية الثانوية يكون بسبب الروابط الهيدروجينية بين مجموعات C=O و N-H التابعة للروابط الببتيدية.
- تنتج هذه البنية عن توزيع منتظم للأحماض الأمينية حول محور



مميزات البنية الحلزونية α

- تتميز بالتفاف الروابط الببتيدية حول محور وهمي.
- تثبت بفضل روابط هيدروجينية تنشأ بين المجاميع CO و NH لرابطين ببتيديتين متقاربين
- البنية الحلزونية بها سلسلة ببتيدية واحدة.

مميزات البنية الوريقة β

- تتضمن البنية سلاسل ببتيدية (اثنان أو ثلاثة) متوازية غير ملتفة ، ترتبط فيما بينها بفضل
- روابط هيدروجينية تنشأ بين المجاميع CO و NH لرابطين ببتيديتين متقاربين.

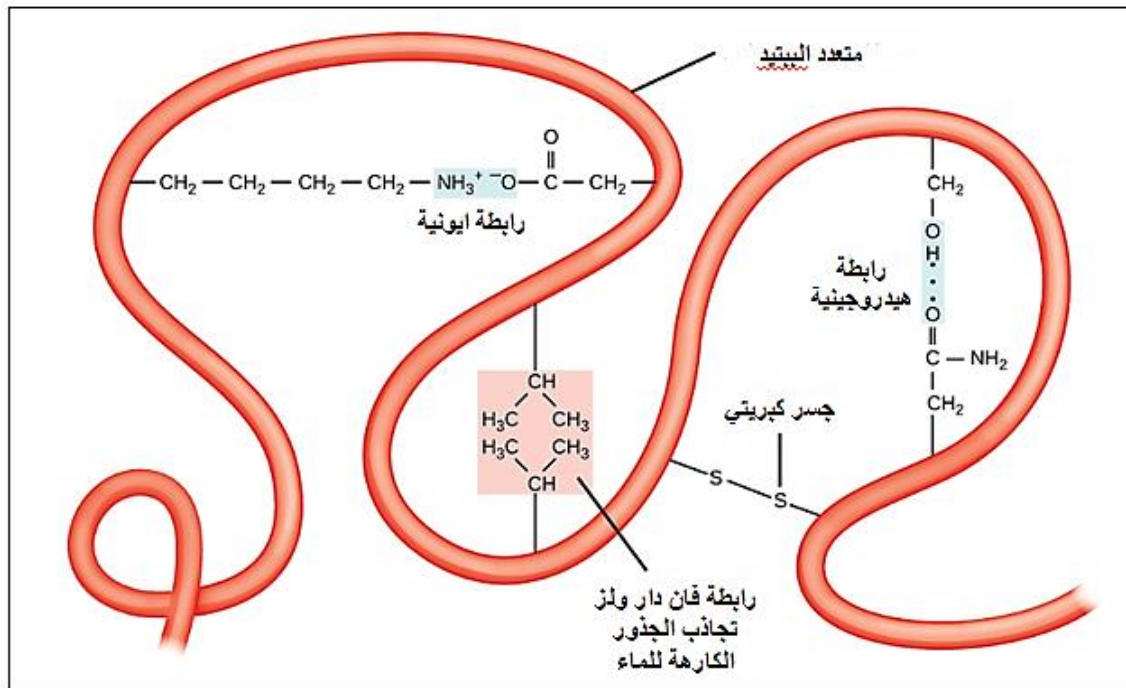
أهمية البنية الثانوية

تحدد التنظيم والتوزيع الفضائي حول محور لمجموعة من الأحماض الأمينية المتتالية لبنيات جزئية محلية

ج - البنية الثالثية (tertiary structure):

- وهو الشكل الفراغي ثلاثي الأبعاد الذي تأخذه السلسلة الببتيدية ذات البنية الثانوية.
- هي التفاف (انطواء) لعدد من البنيات الثانوية لسلسلة ببتيدية واحدة تفصلها مناطق انعطاف. وقد تكون البنيات الثانوية كلها α أو كلها β أو خليط من α و β.
- تعود الانطواءات إلى طبيعة السلاسل الجانبية ومناطق الانعطاف.
- بنية الجزيئة تنتظم في الاتجاهات الفضائية الثلاثة
- تحافظ البنية الثالثية على استقرارها بواسطة 4 أنواع من الروابط :

- كبريتية : Cys فقط
- شاردية : أحد الأحماض الحامضية : Asp أو Glu مع أحد الحمض القاعدية Arg ، Lys ، His
- كارهة للماء : احتمالات كثيرة تشمل جذرين كارهين للماء متشابهين أو غير متشابهين. مثل Phe مع Phe آخر أو Leu مع Leu أو Leu مع Val (....)
- هيدروجينية : احتمالات كثيرة تشمل كل الجذور التي تحتوي على ذرات كهروسلبية (O أو N) مع الجذور المحتوية على ذرو كهروإيجابية (H مرتبط مع O أو مع N أي N-H أو O-H)



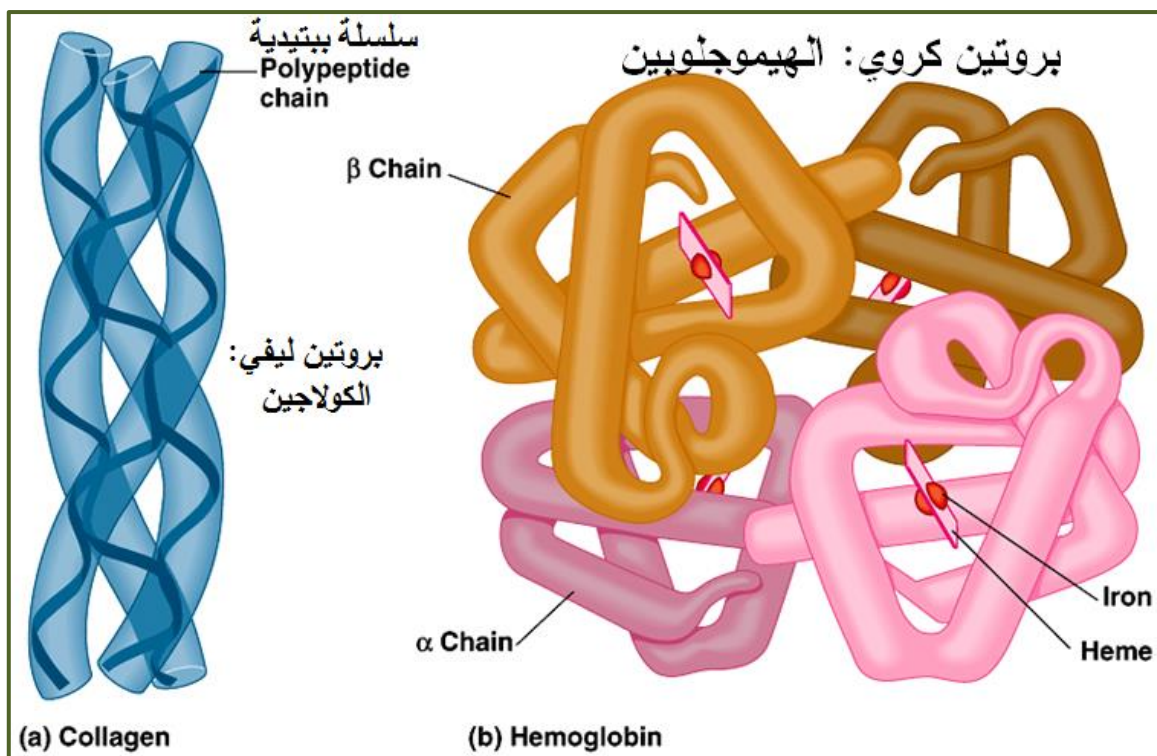
أهمية البنية الثالثة

تحدد التركيب النوعي والتسلسل من حيث الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية

د - البنية الرابعة (Quaternary structure):

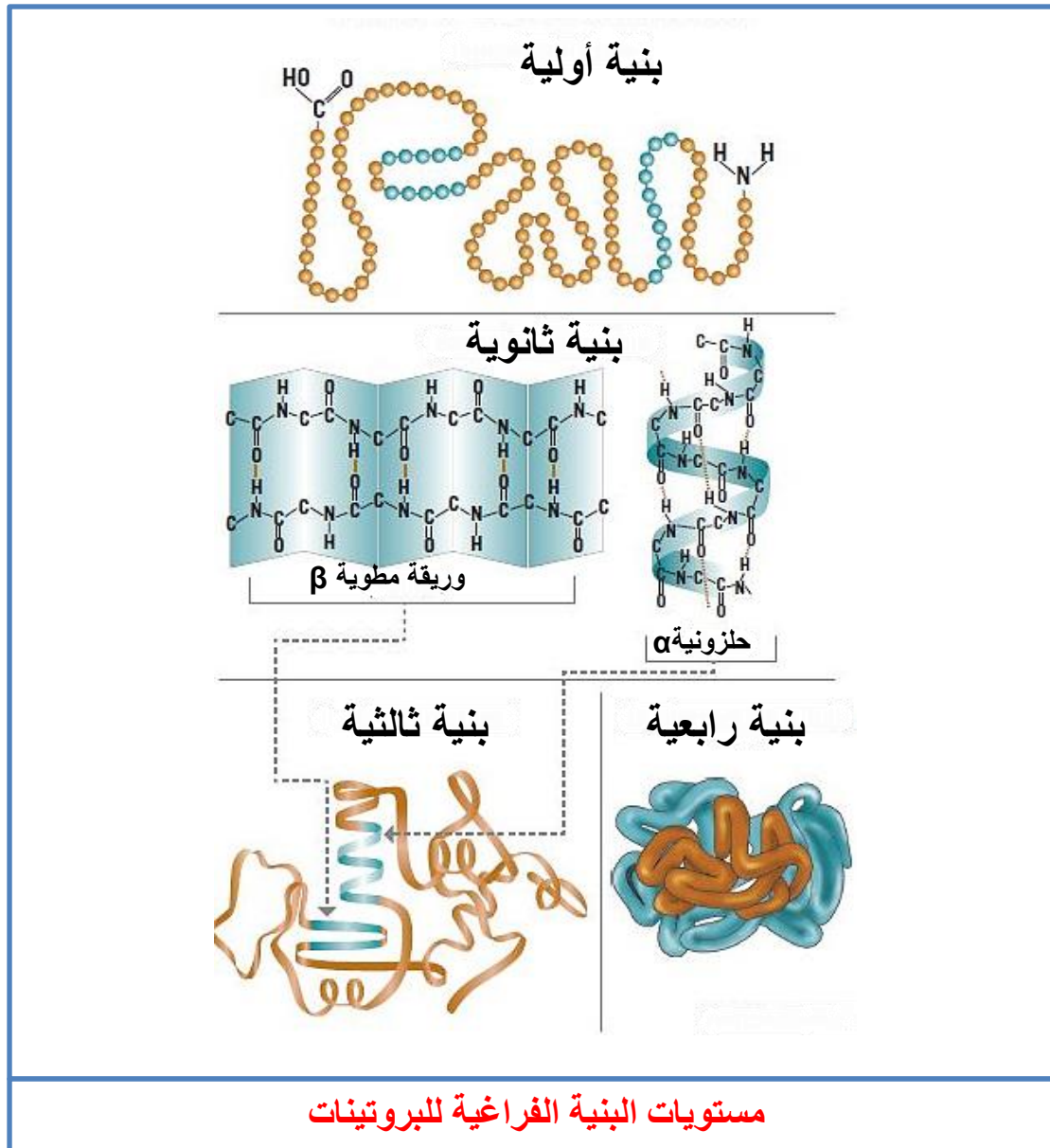
هو تجمع سلسلتين ببتيديتين أو أكثر لكل منها بنية ثالثة تسمى كل سلسلة ببتيدية داخل البنية الرابعة باسم تحت الوحدة sous unité.

تحافظ البنية الرابعة على استقرارها بواسطة روابط غير تساهمية كارهة للماء أساسا بالإضافة إلى روابط شاردية وربما هيدروجينية كذلك. لا وجود للروابط التساهمية بين تحت الوحدات



أهمية البنية الرباعية

■ تحدد انتظام مجمل التحث وحدات المشكلة للبروتين حتى بأخذ البروتين بنيته الفراغية وتخصصه الوظيفي

4 - العلاقة بين البنية ثلاثية الابعاد ووظيفة البروتين

- تتوقف البنية الفراغية وبالتالي التخصص الوظيفي للبروتين، على الروابط التي تنشأ بين أحماض أمينية محددة (ثنائية الكبريت، شاردية، ...)، و متموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة الببتيدية حسب الرسالة الوراثية.
- يؤدي تفكيك هذه الروابط إلى تغير في البنية الفراغية (تخريب البروتين). يمكن للبروتين ان يستعيد بنيته الطبيعية (الحبوية) ويسمى التخريب في هذه الحالة **عكسي**. وقد لا يستعيد البروتين بنيته الفراغية بعد التخريب لذلك يسمى في هذه الحالة تخريب غير عكسي.

خريطة المفاهيم الخاصة بالوحدة 2

