مجلة الفردوس لمادة
علوم الطبيعة والحياة

الثالثة شعبتي
العلوم
التجريبية
و الرياضيات

المجال التعلمي الأول : التخصص الوظيفي للبروتينات .

الوحدة التعلمية 02 :لعلاقة بين البنية والتخصص الوظيفي للبروتين .

من إعداد الأستاذة
جلمودي خيرة

السنة الدراسية : 2021 ـ 2022

المستوى الدراسي : الثالثة ثانوي علوم تجريبية	المجال التعلمي 01 : التخصص الوظيفي للبروتينات. الوحدة التعلمية 02 : العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين المقطع التعلمي : العلاقة بين البنية والتخصص الوظيفي للبروتين.	الأستاذة : جلمودي. خيرة

الكفاءة القاعدية 1 : يقدم بناء على أسس علمية إرشادات لمشكل إختلال وظيفي عضوي بتجنيد المعارف المتعلقة بالإتصال على مستوى الجزيئات الحاملة للمعلومة.

الاهداف التعلمية: يحدد العلاقة بين البنية والتخصص الوظيفي للبروتين.

الموارد المستهدفة

تظهر البروتينات ببنيات فراغية مختلفة، محددة بعدد و طبيعة وتتالي الأحماض الأمينية التي تدخل في بنائها.

-تتكون جزيئات الأحماض الأمينية من مجموعة وظيفية أمينية NH2 ـ ومجموعة وظيفية حمضية COOH- مرتبطتان بالكربون α وهما مصدرا الخاصية الأمفوتيرية

-يوجد عشرون نوعا من الأحماض الأمينية تدخل في بنية البروتينات الطبيعية تختلف فيما بينها في السلسلة الجانبية الجذر R (وجود وظائف قابلة للتأين).

-تصنف الأحماض الأمينية حسب السلسلة الجانبية إلى:

- أحماض أمينية قاعدية (ليزين ،ارجنين ،هستدين)
- أحماض أمينية حمضية(Asp –Glu)
- أحماض أمينية متعادلة (سيرين ،الغليسين.

ـ تسلك الأحماض الأمينية سلوك الأحماض (تفقد بروتونات)وسلوك القواعد(تكتسب بروتونات) وذلك تبعا لدرجة حموضة الوسط لذلك تسمى بالمركبات الأمفوتيرية (الحمقلية) .

ـ ترتبط الأحماض الأمينية المتتالية في سلسلة ببتيدية بروابط تكافؤية تدعى الرابطة الببتيدية CO-NH

ـ تختلف الببتيدات عن بعضها بالقدرة على التفكك الشاردي لسلاسلها الجانبية التي تحدد طبيعتها الأمفوتيرية وخصائصها الكهربائية.

-تتوقف البنية الفراغية وبالتالي التخصص الوظيفي للبروتين، على الروابط التي تنشأ بين أحماض أمينية محددة (جسور ثنائية الكبريت، شاردية،....) ، ومتموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة أو السلاسل الببتيدية حسب الرسالة الوراثية.

السير المنهجي لتدرج المعلومات :

يسترجع مكتسباته من السنة الثانية حول الوحدات البنائية للبروتين ومميزات البروتينات .

يطرح مشكلة حول العلاقة بين بنية البروتين وتخصصه الوظيفي .

← يقترح فرضيات :

← يتعرف على مستويات البنية الفراغية لبعض البروتينات لتحقيق ذلك :

ـ يقارن بين البنيات الفراغية لبعض البروتينات الوظيفية (أنزيمات ، هرمونات ،....)باستعمال مبرمج محاكاة مثل راستوب (rastop) .

← يحدد الوظائف المميزة والمشتركة بين الأحماض الأمينية والجزء المتغير الجذر R لتحقيق ذلك :

ـ الصيغ المفصلة للأحماض الأمينية العشرون .

ـ يصنف الأحماض الامينية. حسب وجود في الجذر R وظائف أمينية أو حمضية القابلة للتأين.

← يستنتج الخاصية الأمفوتيرية للأحماض الأمينية و البروتينات انطلاقا من استغلال :

ـ نتائج الرحلان الكهربائي للأحماض الأمينية في أوساط ذات قيم PH مختلفة .

← يبين كيفية تشكيل الرابطة البيتيدية بين حمضين أمينيين متتاليين باستعمال الصيغة الكيميائية المفصلة لثنائي أو متعدد ببتيد ومعارفه حول الرابطة التكافؤية.

← يظهر العلاقة بين البنية ثلاثية الأبعاد والتخصص الوظيفي للبروتينات لتحقيق ذلك :

ـ تحليل نتائج تجربة Anfinsen .

ـ يحدد مختلف أنواع الروابط التي تضمن استقرار المستويات البنيوية المختلفة للبروتين.

توجيهات حول استعمال الاسناد المقترحة : يستعمل برنامج راستوب وثيقة 3 ص 47 وثيقة ص48 وثيقة ص49
ادراج وثيقة تبين الروابط التي تساهم في استقرار البنية الثالثية .

التقييم المرحلي للكفاءة : تمرين حول سلوك الأحماض الأمينية الحمضية والقاعدية .
وضعية تتضمن اختلال وظيفي ناتج عن تغير في البنية الفراغية للبروتين .

وضعية الانطلاق

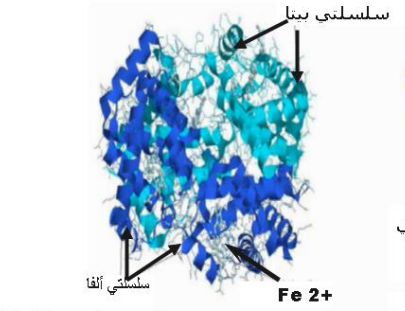
يتم تركيب البروتين في الخلية على مستوى الريبوزومات ثم تنتقل الى جهاز كولجي كي تنضج اي تكتسب بنية فراغية محددة ثلاثية الأبعاد وظيفية .

مثال الدراسة : تركيب جزيئة الهيموغلوبين HBA الطبيعية و HBS غير طبيعية .

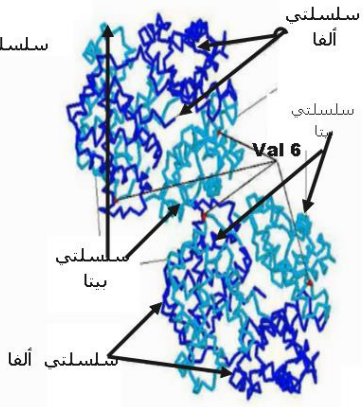
التعليمة : بالمقارنة بين الجزيئتين HBA و HBS_

1ـ قدم المشكل العلمي المطروح .

2ـ اقترح فرضيات تحدد من خلالها العلاقة بين بنية البروتين وتخصصه الوظيفي.



جزيئة الهيموغلوبين **HBA** لشخص طبيعي



جزيئة الهيموغلوبين **HBS** لشخص مصاب بفقر الدم المنجلي دريبانوسيتوز

الاجابة

بالمقارنة بين الجزيئتين HBA و HBS نجد:

	HBA	HBS
أوجه التشابه	الجزيئتين من طبيعة بروتينية ، كل جزيئة مكونة من أربع سلاسل ببتيدية ($\alpha 2$ و $\beta 2$).	
أوجه الاختلاف	الحمض الاميني رقم 6 من نوع Glu	الحمض الاميني رقم 6 من نوع Val
	بنية فراغية طبيعية	بنية فراغية غير طبيعية
	جزيئات حرة	جزيئات مترابطة (ألياف صلبة)
	جزيئات اكتسبت تخصصها الوظيفي	جزيئات فقدت تخصصها الوظيفي

ومنه نستنتج أن الجزيئات البروتينية ذات البنية الفراغية الطبيعية تكسبه تخصص وظيفي و فقدان بنيته الفراغية تفقده تخصصه الوظيفي .

المشكلة

حدد العلاقة بين البنية الفراغية للبروتين وتخصصه الوظيفي .

اقتراح فرضيات

تتوقف البنية الفراغية للبروتين وبالتالي تخصصه الوظيفي على :

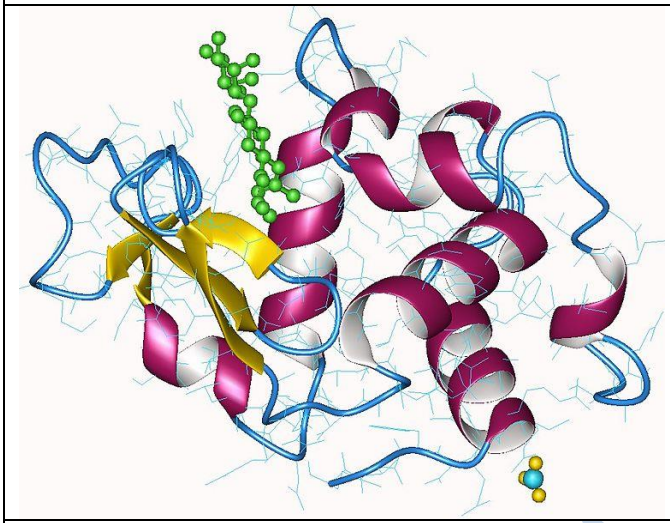
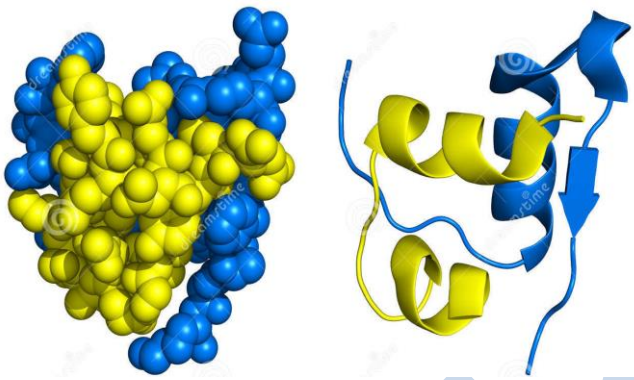
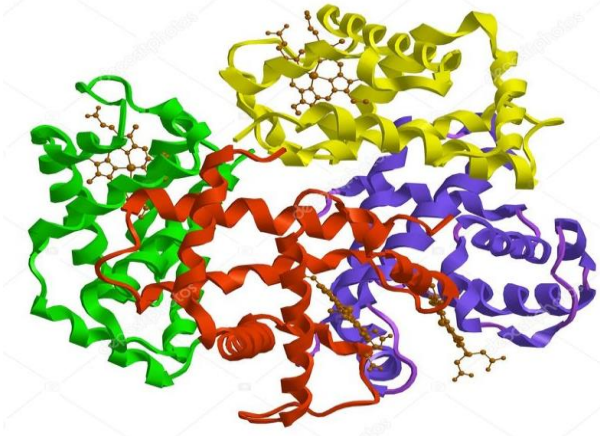
الفرضية 01 : الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب البروتين

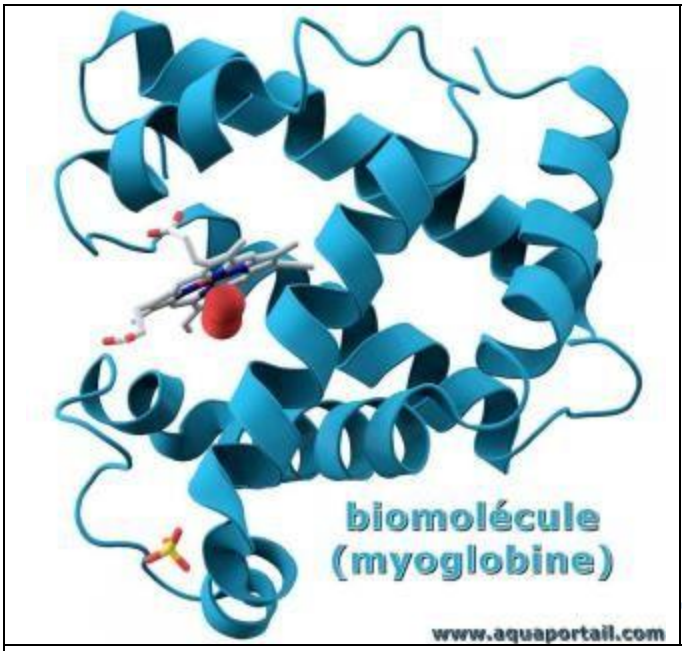
الفرضية 02 : الروابط التي تنشأ بين العناصر الكيميائية لجذور الأحماض الأمينية المحددة (جسور ثنائية الكبريت، شاردية،....) والتي تساهم في التفاف السلسلة أو السلاسل البتيدية مشكلة بنية ثلاثية الأبعاد .

الحصة التعلمية 01 : مستويات البنية الفراغية .

المهمة 1 | 1ـ يتعرف على مستويات البنية الفراغية لبعض البروتينات لتحقيق ذلك :

الوثائق : 1ـ يقارن بين البنيات الفراغية لبعض البروتينات الوظيفية (أنزيمات ، هرمونات ،....)باستعمال مبرمج محاكاة مثل راستوب (rastop) .

إسم الجزيئة : اليزوزيم Lysozyme التصنيف : إنزيم إماهة عدد السلاسل الببتيدية : سلسلة واحدة عدد الأحماض الأمينية : 129 عدد الروابط : 1066 عدد الحلزون α : 5 عدد الرقائق β : 5 عدد مناطق الانعطاف : 24	
إسم الجزيئة : الأنسولين Insuline التصنيف : هرمون القصور السكري عدد السلاسل الببتيدية : سلسلتان عدد الأحماض الأمينية : 51 عدد الروابط : 794 عدد الحلزون α : 3 عدد الرقائق β : 0 عدد مناطق الانعطاف : 1	
إسم الجزيئة : الهيموجلوبين Hémoglobine التصنيف : البروتينات الخضابية (صباغية) عدد السلاسل الببتيدية : 4 سلاسل عدد الأحماض الأمينية : 574 عدد الروابط : 4684 عدد الحلزون α : 36 عدد الرقائق β : 0 عدد مناطق الانعطاف : 0	



اسم الجزيئة: الميوجلوبين: Myoglobine
التصنيف: البروتينات الخضابية (الصباغية)
عدد السلاسل الببتيدية: سلسلة واحدة
عدد الأحماض الأمينية: 151
عدد الروابط: 1455
عدد الحلزون α: 8
عدد الرقائق β: 0
عدد مناطق الانعطاف: 0

التعليمة

1- قارن بين البنيات الفراغية لبعض البروتينات الوظيفية.

1- المقارنة بين البنيات الفراغية لبعض البروتينات الوظيفية.

أوجه المقارنة	الليزوزيم	الانسولين	الميوغلوبين	الهيموغلوبين
الدور	انزيم الاماهة	بروتين خضابي للعضلات	هرمون القصور السكري	بروتين خضابي للدم
نوع البنية الفراغية	ثالثية			رابعية
عدد السلاسل الببتيدية	01		02	04
عدد الاحماض الامينية	129	151	51	574
عدد الروابط	1066	1455	794	4684
عدد البنيات الحلزونية α	5	8	3	36
عدد البنيات المطويةβ	5	0	0	0
عدد مناطق الانعطاف	24	0	1	0

الاستنتاج : تظهر البروتينات ببنيات فراغية مختلفة ثالثية أو رابعية (بها الحلزونية α أو المطويةβ أو كليهما) ، محددة بعدد الأحماض الأمينية التي تدخل في بنائه وكذا محددة بعدد الروابط الكيميائية .

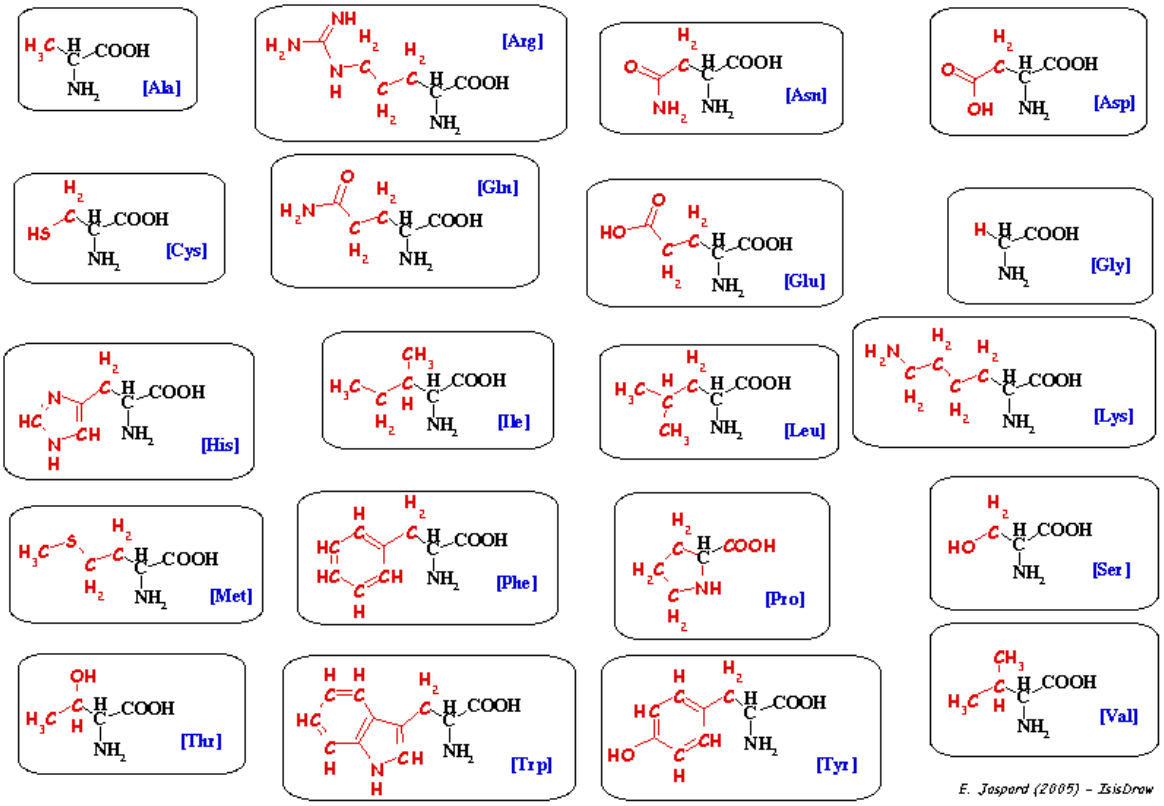
الحصة التعلمية 02 : تصنيف الأحماض الأمينية

المهمة 2

2ـ يحدد الوظائف المميزة والمشتركة بين الأحماض الأمينية والجزء المتغير الجذر R لتحقيق ذلك :

الوثائق :

•• تمثل الوثيقة التالية الصيغ المفصلة للأحماض الآمينية العشرون :

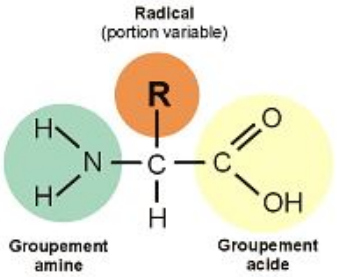


Les 20 acides aminés

Acide glutamique	Glu	**Leucine**	Leu
Acide aspartique	Asp	**Lysine**	Lys
Alanine	Ala	**Méthionine**	Met
Arginine	Arg	**Phénylalanine**	Phe
Asparagine	Asn	**Proline**	Pro
Cystéine	Cys	**Sérine**	Ser
Glutamine	Gln	**Thréonine**	Thr
Glycine	Gly	**Tryptophane**	Trp
Histidine	His	**Tyrosine**	Tyr
Isoleucine	Ile	**Valine**	Val

التعليمات:

1ـ بين الصيغة العامة للحمض الأميني مبرزا الجزء الثابت (الوظائف المشتركة) و الجزء المتغير.
ثم صنفها حسب وجود في الجذر R وظائف أمينية أو حمضية القابلة للتأين.

استغلال الوثائق	1ـ الصيغة العامة للحمض الأميني:  ** التصنيف حسب وجود في الجذر R وظائف أمينية أو حمضية القابلة للتأين. تصنف الأحماض الأمينية الى ثلاث مجموعات وهي : 1) الأحماض الأمينية القاعدية بها مجموع الوظائف القاعدية أكبر من مجموع الوظائف الحامضية وعددها 03 هي Arg-Lys - His 2) الأحماض الأمينية الحامضية بها مجموع الوظائف الحامضية أكبر من مجموع الوظائف القاعدية وعددها 02هي : Glu – Asp. 3) الأحماض الأمينية المعتدلة بها مجموع الوظائف الحامضية يساوي مجموع الوظائف القاعدية وعددها 15 باقي الأحماض الأمينية.

مجلة الفردوس

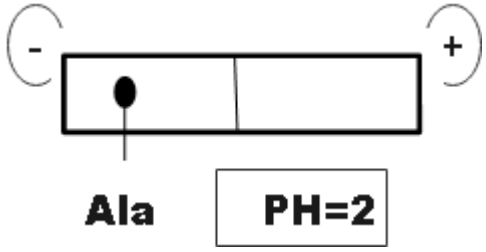
الحصة التعلمية 03 : الخاصية الأمفوتيرية

المهمة 3 | 3ـ استنتاج الخاصية الأمفوتيرية للأحماض الأمينية و البروتينات انطلاقا من استغلال :

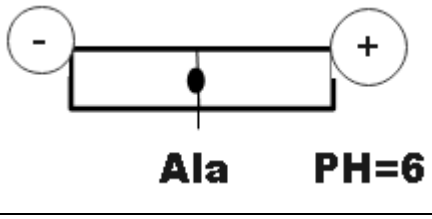
الوثائق :

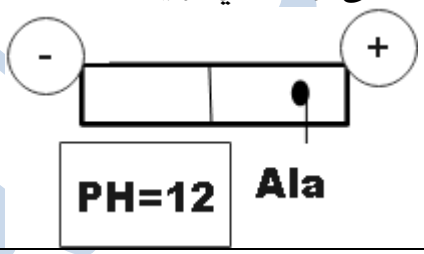
ـ نتائج الرحلان الكهربائي للأحماض الأمينية في أوساط ذات قيم PH مختلفة .

لغرض تحديد شحنة الحمض الأميني ألانين Ala تم وضع قطرة من محلول الحمض الأميني في منتصف شريط ورق الترشيح في جهاز الهجرة الكهربائية عند PH=2 بعد انتهاء مدة الفصل كانت النتيجة كما يلي



تم تكرار التجربة السابقة عند PH=12 ثم عند PH=6 النتائج موضحة في الوثيقة :





التعليمة :

1ـ باستغلالك لنتائج الرحلان الكهربائي للأحماض الأمينية في أوساط ذات قيم PH المختلفة استنتج الخاصية التي يتميز بها الأحماض الأمينية و البروتينات.

2ـ أكتب التفاعلات الكيميائية للحمض الاميني في أوساط PH المختلفة .

استغلال الوثيقة :

1ـاستغلال نتائج الرحلان الكهربائي للأحماض الأمينية في أوساط ذات قيم PH المختلفة ثم استنتج الخاصية التي يتميز بها الأحماض الأمينية و البروتينات.

*** توضح الوثيقة نتائج الرحلان الشاردي للأحماض الأمينية في أوساط PH مختلفة حيث نلاحظ :

❖ عند PH=2 :

نسجل هجرة الحمض الأميني Ala نحو القطب السالب فهو يحمل شحنة موجبة .

أي ان الوظيفة الأمينية أو القاعدية ($-NH_2$) اكتسبت بروتون ($-H^+$) فأصبحت ($-NH_3^+$) .

ومنه Ala سلك سلوك قاعدة في وسط حامضي وهذا عند : PH < PHi .

❖ عند PH=12:

نسجل هجرة الحمض الأميني Ala نحو القطب الموجب فهو يحمل شحنة سالبة .

أي أن الوظيفة الحمضية أو الكربوكسيلية ($-COOH$) فقدت بروتون ($-H^+$) فأصبحت ($-COO^-$) .

ومنه Ala سلك سلوك الحمض في الوسط القاعدي وهذا عند : PH > PHi .

❖ عند PH=6:

نسجل ترسب الحمض الأميني Ala في منتصف ورقة الفصل فهو متعادل كهربائيا (مجموع الشحن الموجبة يساوي مجموع الشحن السالبة).

أي أن الوظيفة الحمضية ($-COOH$) فقدت بروتون ($-H^+$) فأصبحت ($-COO^-$) كما اكتسبت الوظيفة الأمينية ($-NH_2$) بروتون ($-H^+$) فأصبحت ($-NH_3^+$) .

ومنه Ala سلك سلوك الحمض و سلوك القاعدة في آن واحد في وسط معتدل وهذا عند : PH = PHi =6

ومنه نستنتج أن الاحماض الأمينية والبروتينات تتميز بخاصية الأمفوتيرية أو الحمقلية لها القدرة على أن تسلك :

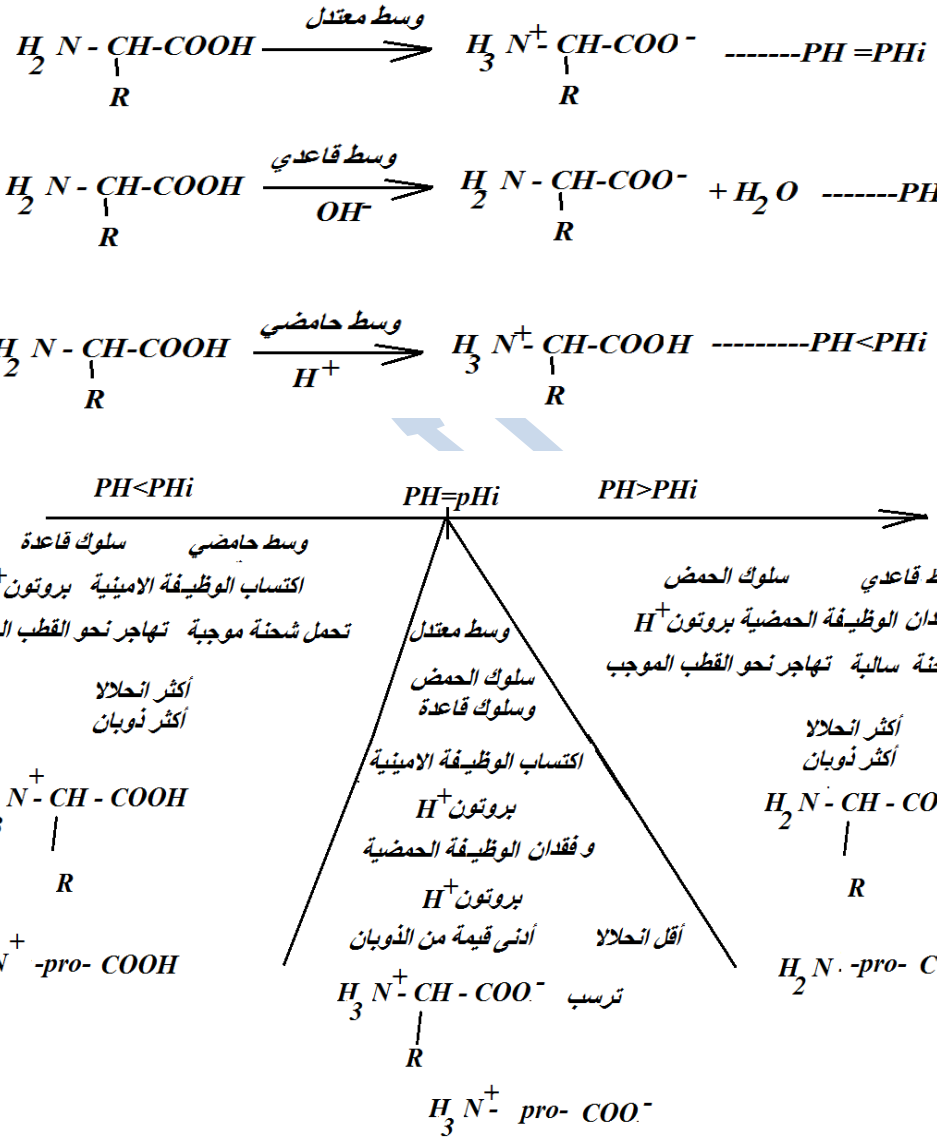
** سلوك الحمض في الوسط القاعدي وهذا عند : PH > PHi

** سلوك قاعدة في وسط حامضي وهذا عند : PH < PHi .

** سلوك الحمض و سلوك القاعدة في آن واحد في وسط معتدل وهذا عند : PH = PHi .

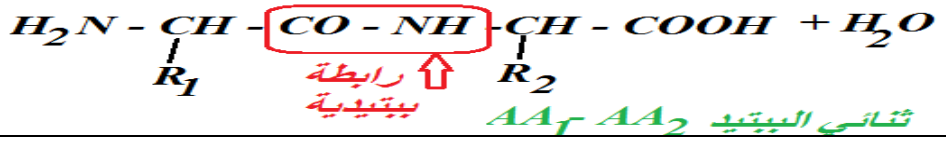
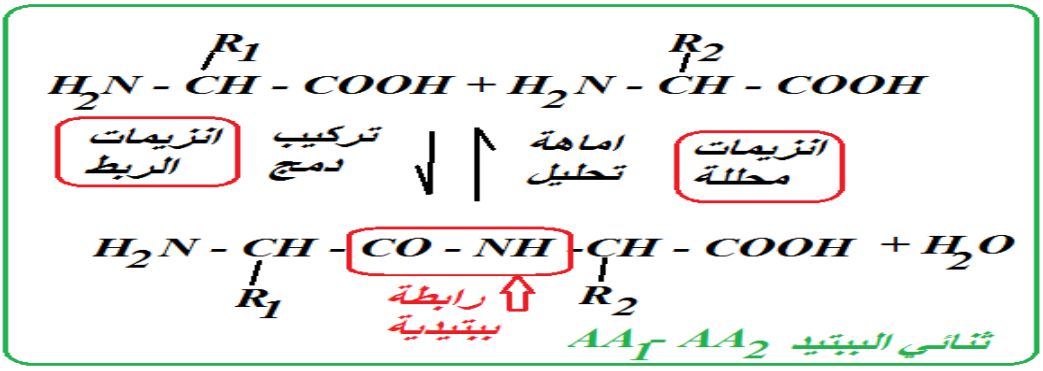
ملاحظة : PHi نقطة التعادل الكهربائي للأحماض الأمينية .

2ـ أكتب التفاعلات الكيميائية للحمض الاميني في أوساط PH المختلفة .



ملاحظة : مبدأ تقنية الهجرة الكهربائية : تعتمد على فصل المركبات الحمقلية ضمن مجال كهربائي وذلك حسب تغير PH الوسط حيث على حسب هذا PH يكتسب المركب الحمقلي شحنته تمكنه من الهجرة ضمن المجال الكهربائي وبالتالي فصله عن المركبات الاخرى .

استغلال الوثيقة

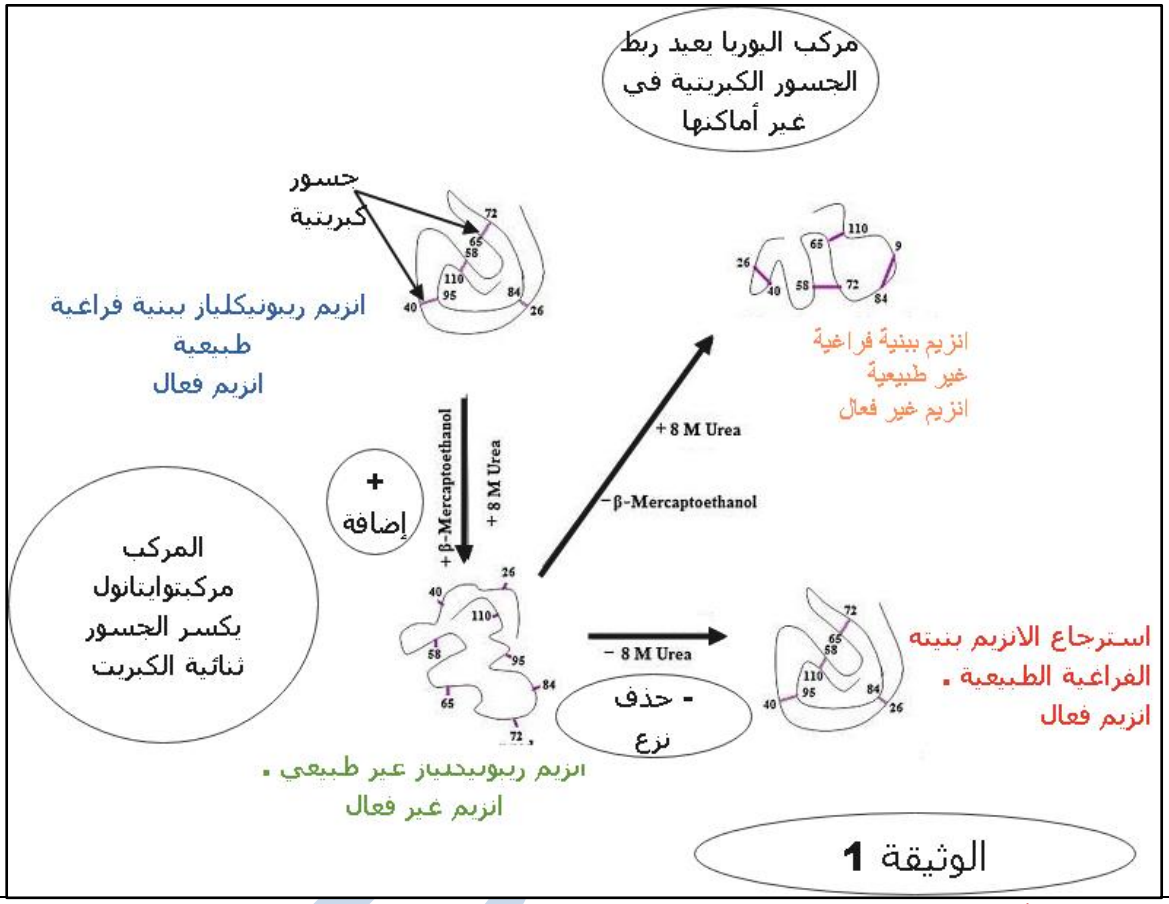
الحصة التعلمية 04 : الرابطة الببتيدية	
المهمة 4	4 ـ تشكيل الرابطة الببتيدية:
وضعية تعلمية	** اظهار كيفية تشكيل الرابطة الببتيدية بين حمضين أمينيين متتاليين باستعمال الصيغ المفصلة لثنائي الببتيد أو متعدد الببتيد ومعارفه حول الرابطة التكافؤية . 
التعليمة	1ـ انطلاقا من الوثيقة قدم تعريفا لرابطة الببتيدية ثم احسب عدد الوظائف الأمينية و عدد الوظائف الكربوكسيلية في رباعي الببتيد .هل يتأثر عددها بطول السلسلة الببتيدية . 2ـ أحسب عدد الروابط الببتيدية وجزيئات الماء المتحررة في السلسلة الببتيدية.
استغلال الوثيقة	1ـ تعريف الرابطة الببتيدية هي : رابطة تكافؤية تنشأ بين الوظيفة الكربوكسيلية للحمض الأميني الاول والوظيفة الامينية للحمض الأميني الموالي مع تحرير جزيئة ماء .  **عدد الوظائف الأمينية في رباعي الببتيد هو 01 . ** عدد الوظائف الكربوكسيلية في رباعي الببتيد هو 01 . ** لا يتأثر عدد هذه الوظائف بطول السلسلة الببتيدية على شرط اهمال الجذور R . 2ـ عدد الروابط الببتيدية وجزيئات الماء المتحررة في السلسلة الببتيدية تكون دائما (N-1) حيث N عدد الاحماض الامينية الداخلة في تركيب السلسلة الببتيدية .

الحصة التعلمية 05 : العلاقة بين البنية ووظيفة البروتين

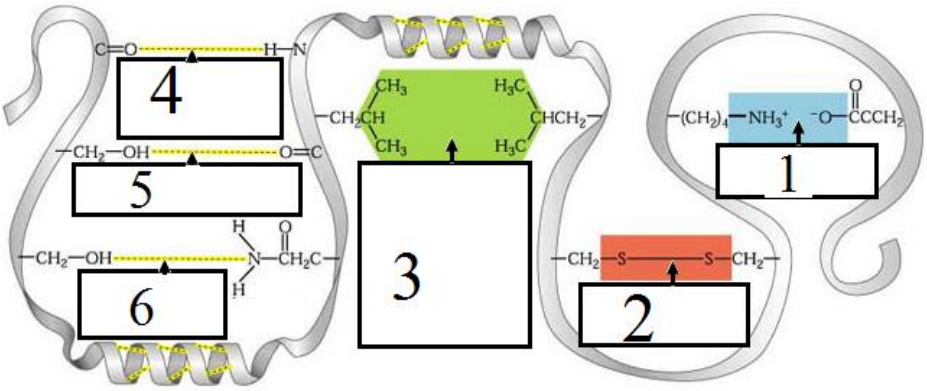
المهمة 5	5 ـ يظهر العلاقة بين البنية ثلاثية الأبعاد والتخصص الوظيفي للبروتينات لتحقيق ذلك :

1ـ تحليل نتائج تجربة Anfinsen .

من خلال نتائج تجربة انفنسن Anfinsen و التي أجراها العالم على إنزيم الريبونيكلياز Ribonucléase إنزيم يحلل الARNmبعد الترجمة المؤلف من 124 حمض آميني .



2ـ يحدد مختلف أنواع الروابط التي تضمن استقرار المستويات البنيوية المختلفة للبروتين.



التعليمة	1ـ حلل نتائج تجربة أنفنسن . 2ـ أذكر مختلف أنواع الروابط التي تضمن استقرار المستويات البنيوية المختلفة للبروتين ثم حدد مختلف المستويات البنيوية للبروتين. 3ـ صادق على صحة الفرضية المقترحة
استغلال	1ـ التحليل : توضح الوثيقة نتائج تجربة أنفنسن حيث نلاحظ :

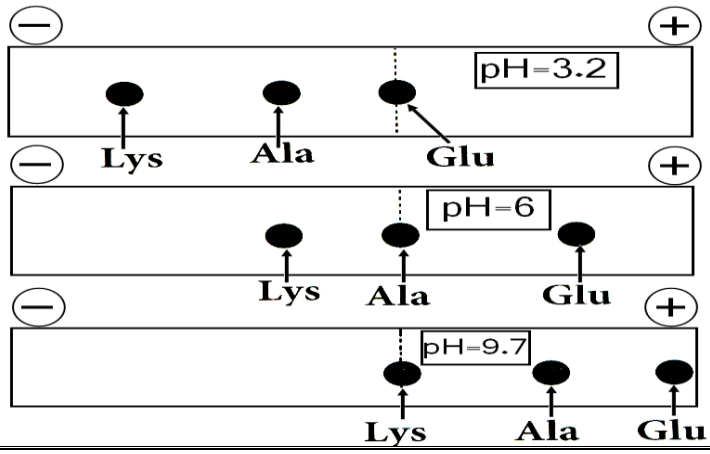
الوثيقة	** بعد اضافة المادتين الكيميائيتين β مركبتو إيثانول ($2(HS-CH_2-CH_2OH$) و اليوريا : تكسرت الجسور ثنائية الكبريت فأصبحت البنية الفراغية للانزيم غير طبيعية وغير فعال أي أن الجسور ثنائية الكبريت تساهم في استقرار البنية الفراغية ومنه اكتساب وظيفته. ** بعد ازالة المادة الكيميائية β مركبتو إيثانول فقط وابقاء على مادة اليوريا نسجل اعادة استرجاع الجسور ثنائية الكبريت لكن في غير موضعها الأصلي (95ـ84) (26ـ40) فنحصل على انزيم ذو بنية فراغية غير طبيعية وغير فعال. أي أن البنية الفراغية الوظيفية تتطلب استرجاع الروابط الكيميائية في أما كنها الصحيحة ضمن السلسلة البيتيدية . ** بعد ازالة المادتين الكيميائيتين β مركبتو إيثانول و اليوريا يستعيد الانزيم روابطه الكيميائية وهي الجسور ثنائية الكبريت ومنه استرجاع بنيته الفراغية الطبيعية والفعالة. ومنه نستنتج ما يلي :تتوقف البنية الفراغية ثلاثية الأبعاد للبروتينات وبالتالي تخصصه الوظيفي على الروابط الكيميائية (منها جسور ثنائية الكبريت) التي تنشأ بين المجاميع الكيميائية لجذور الاحماض الامينية المحددة (من نوع Cys) والمتوضعة بطريقة دقيقة ضمن السلسلة أو السلاسل البيتيدية حسب المعلومة الوراثية.
	2ـ أذكر مختلف أنواع الروابط التي تضمن استقرار المستويات البنيوية المختلفة للبروتين. 1ـ الرابطة الشاردية . 2ـجسر ثنائي الكبريت. 3ـرابطة كارهة للماء. 4ـ رابطة هيدروجينية . *** تحديد مختلف المستويات البنيوية للبروتين. 1*البنية الأولية : عبارة عن تتابع عدد ونوع وتسلسل محدد من AA ترتبط فيما بينها بروابط ببتيدية مشكلة سلسلة خطية . 2*البنية الثانوية : تظهر روابط جديدة هيدروجينية بالبنية الاولية بين هيدروجين الوظيفة الامينية واكسجين الوظيفة الكربوكسيلية للروابط البيتيدية فتنتج بنيات جديدة ثانوية α حلزونية و βورقية. 3*البنية الثالثية : ثلاثية الابعاد هي بنية اكثر تعقيدا من البنية الثانوية تأخذ بعدا ثالثا نتيجة انثناء السلاسل البيتيدية ذات البنية الثانوية اما من نوع α أو من نوع β أو كليهما ، فيكثر بها شدة الالتفاف والحلزنة بفضل ظهور روابط جديدة تساهم في ثبات واستقرار البنية الفراغية وهي : ** روابط هيدروجينية :تنشأ بين (H) ..... (0) للجذور R لل AA. ** جسور ثنائية الكبريت : تنشأ بين (S) ـــ (S) لل AA من نوع Cys . ** رابطة شاردية : تنشأ بين ($(-COO^-)$ ..... $(-NH_3^+)$). ** الروابط الكارهة للماء تنشأ بين الجذور الكارهة للماء مثل الجذرين للحمضين الأمينيين Val و Val *البنية الرابعية : بنية ثلاثية الابعاد هو اتحاد لتحت وحدتين أو أكثر كل تحت وحدة ذات لنية ثالثية . ترتبط تحت الوحدات بروابط ضعيفة .
المصادقة	3ـ هذه النتائج المحصل عليها تعطي حلا للمشكلة : حدد العلاقة بين البنية الفراغية للبروتين وتخصصه الوظيفي . وتصادق على صحة الفرضية والتي تنص على: تتوقف البنية الفراغية وبالتالي التخصص الوظيفي للبروتين، على عدد ونوع وتسلسل الاحماض الأمينية وكذا على الروابط التي تنشأ بين المجاميع الكيميائية لجذور الأحماض الأمينية المحددة (جسور ثنائية الكبريت، شاردية، روابط هيدروجينية ، الروابط الكارهة للماء) ، والمتموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة أو السلاسل البيتيدية حسب الرسالة الوراثية والتي تساهم في استقرار البنية الفراغية للبروتينات .

التمرين 01: قصد التعرف على سلوك الأحماض الآمينية

وضع خليط من 3أحماض آمينية (الألنين، حمض الجلوتاميك الليزين)في جهاز الرحلان الشاردي في أوساط مختلفة من PH.

1ـ حلل نتائج كل عملية فصل.

2ـ مثل الصيغة الكميائية لكل حمض آميني عند PHi



التمرين 02: بغية تحديد قيمةPHi للبروتين من بروتينات الدم تم عزله و أجريت تجربة الفصل بالرحلان الشاردي عند قيم PHمختلفة النتائج مدونة في الجدول التالي:

PH الوسط	2	3	4.6	8
مسافة التحرك (سم)	3	2	0	4
إتجاه الحركة	نحو المهبط	نحو المهبط	يبقى في منتصف ورقة الفصل	نحو المصعد

1ـ مثل منحنى تغير مسافة الحركة بدلالة PH ثم قدم له تحليلا ثم مثل صيغته عند PH=2 وPH=8

2ـ كيف يمكن عزل هذا البروتين عن بقية بروتينات الدم.