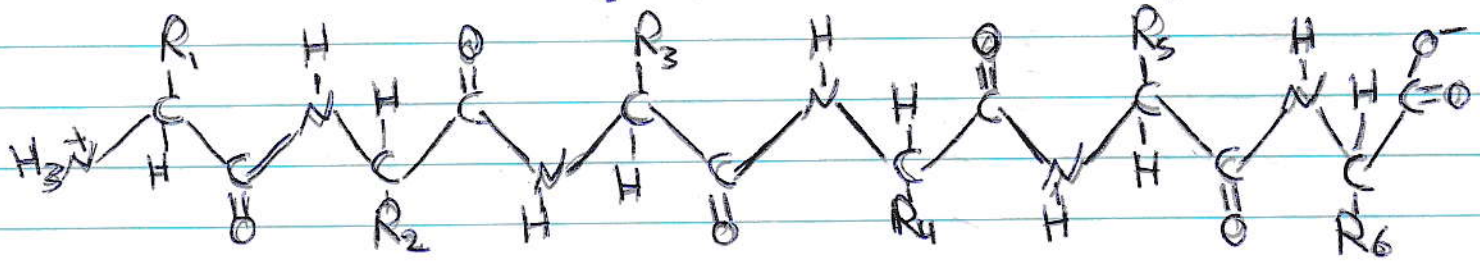
# protein Structure — التراكيب البروتينية

## 1// primary structure

يشمل التركيب الأولي للبروتين ارتباط الأحماض الأمينية مع بعضها بواسطة الروابط الببتيدية لتكوين سلسلة طويلة غير متفرعة تحتوي على مئات الأحماض الأمينية تحتوي احد طرفي السلسلة الطويلة على المجموعة الأمينية الحرة α-amino (N-terminal) group والطرف الآخر من السلسلة تحتوي على مجموعة الكاربوكسيل الحرة α-carboxyl group (C-terminal).

تعتمد الصفات الفيزيائية والكيميائية للبروتين على الروابط الببتيدية وعلى السلاسل الجانبية القصيرة، هذه لها تأثير كبير على تفاعلات البروتين.



Primary structure of amino acid

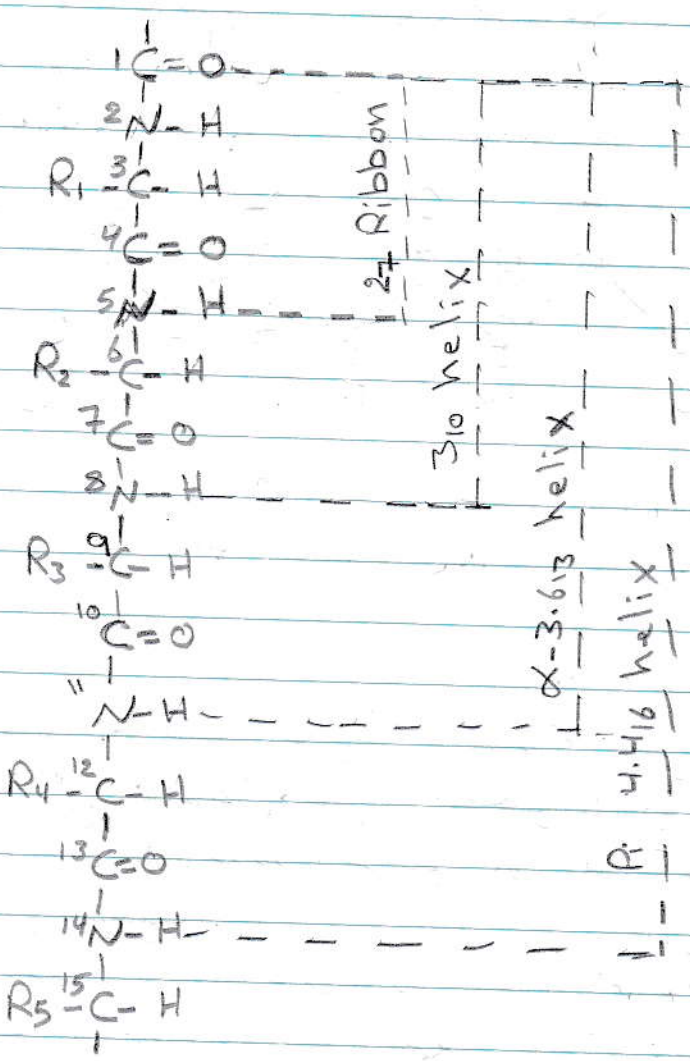
## 2// Secondary Structure

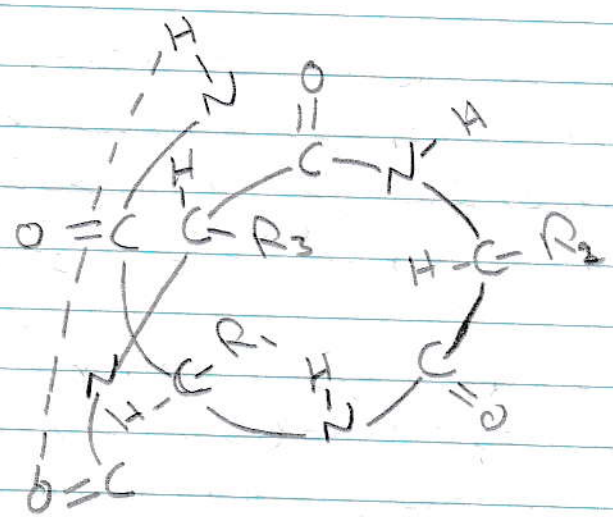
تعتمد الخواص الكيميائية والفيزيائية للبروتين على اشكالها الجزيئية الثلاثية الأبعاد وعلى تتابع الأحماض الأمينية. ويشير التركيب الثانوي الى السلاسل الببتيدية المعقودة المحدودة أو المحدودة جزئياً أو الملتفة حلزونياً والتي تنشأ بواسطة الروابط الهيدروجينية.

يعد α-helix (3.6) الأكثر شيوعاً من بين التراكيب الثانوية المختلفة نظراً لطبيعة الأحماض الأمينية، تعرف منه α-helix بـ (n=3.6,13) n = عدد الأحماض الأمينية / لفة. هناك انواع من helical مثل (4.4,16) و (3,10).

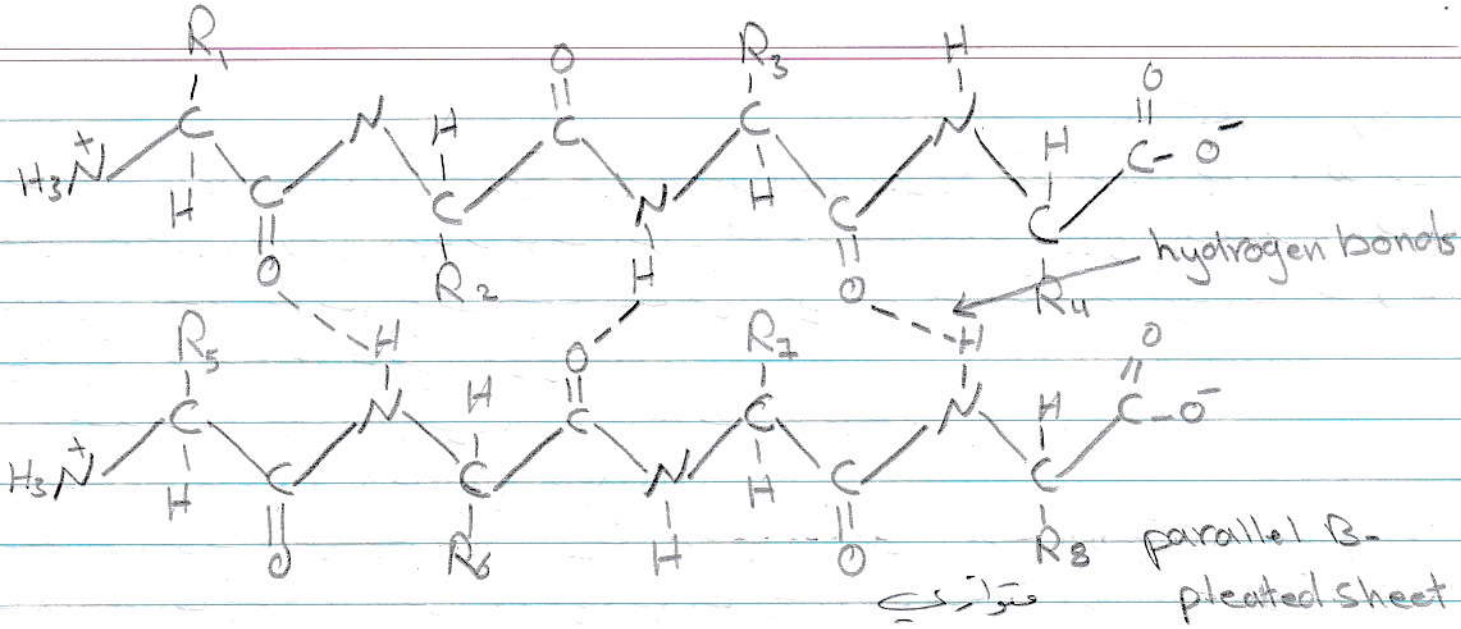
تتكون الروابط الهيدروجينية بين N-H و C=O وتتكون الروابط الهيدروجينية من السلسلة الببتيدية الواحدة أو بين سلسلتين ببتيدتين متجاورتين أو متوازيتين ويوجد α-helix بكميات كبيرة في globular protein بينما في البروتينات الليفية fiber protein فان البعض منها يوجد به α-helix مثل كيراتين الشعر والصوف وسيتين العضلات.

B-pleated sheet ما النوع الثاني من التراكيب الثانوية حول الهيكل الهيكلي وهي
ت أكثر البروتينات الليفية توجد بالشكل الهيكلي بشكل حزم متوازية .
ن البروتينات التي تتواجد بشكل طبيعي على شكل B-pleated sheet هو
بروتين الحرير ، ان الاحماض الهيدروجينية تكون بعيدة عن بعضها مسافة
ضئيلة نسبياً مقارنة
ماضية ولكن هناك مئات الاواصر الهيدروجينية في جزيئة البروتين
ا يمنح حرير قوة اعجابية تفوق نبات جزيئة البروتين

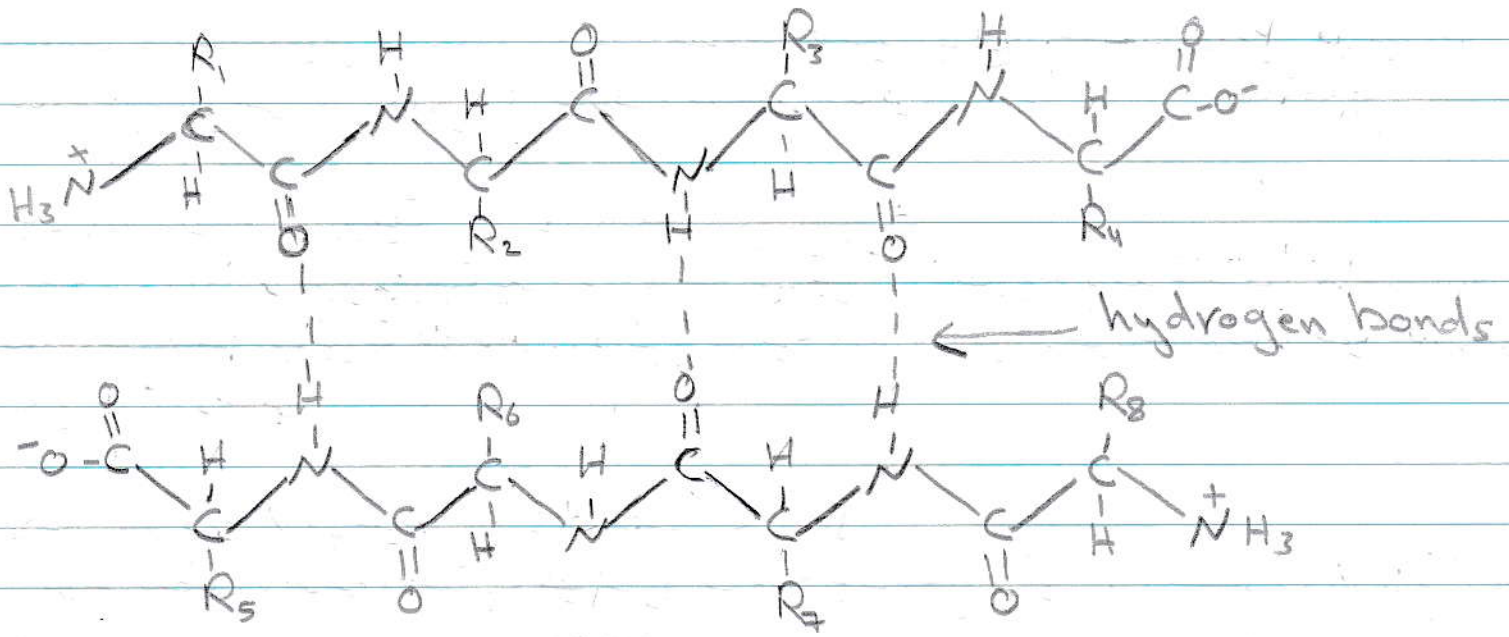


α - $3.6_{13}$ helix




parallel β-pleated sheet




antiparallel β-pleated sheet

3// Tertiary Structure

قد تكون جزيئات البروتين تحتوي على الأواصر الهيدروجينية فقط مرنة جداً". لذلك يتطلب التركيب الثلاثي أبعاد قوى أخرى لحفظ سلسلة الببتيد المتعدد إلى الشكل الكروي. تعود القوى الأخرى الهامة في ثني السلسلة الحلزونية إلى السلاسل الجانبية التابعة للأحماض الأمينية.

يتحدد التركيب الثلاثي إلى التفاعلات التالية.

1- Hydrophobic interactions

تعد من القوى الرئيسية في تثبيت التركيب الثالثي لجزيئة البروتين. ان تتسم من السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية مثل الجامع الأليفاتية أو الأروماتية تكون كارهة للماء مثل السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية ليوسين، ايزوليوسين، فالين، فنيل الانين، ميثايونين. فقد تواجدها في وسط مائي فأنها تميل للارتباط مع بعضها البعض طاردة جزيئات الماء القطبية.

2- الأواصر ثنائية الكبريت Disulfide bonds

ان الحامض الأميني cysteine هو الوحيد الوحيد لجامع السلفاهيدريل فيرتبط مع حامض أميني آخر cysteine ليكون جسر ثنائي الكبريت من cystine

3- الأواصر الهيدروجينية Hydrogen bonds

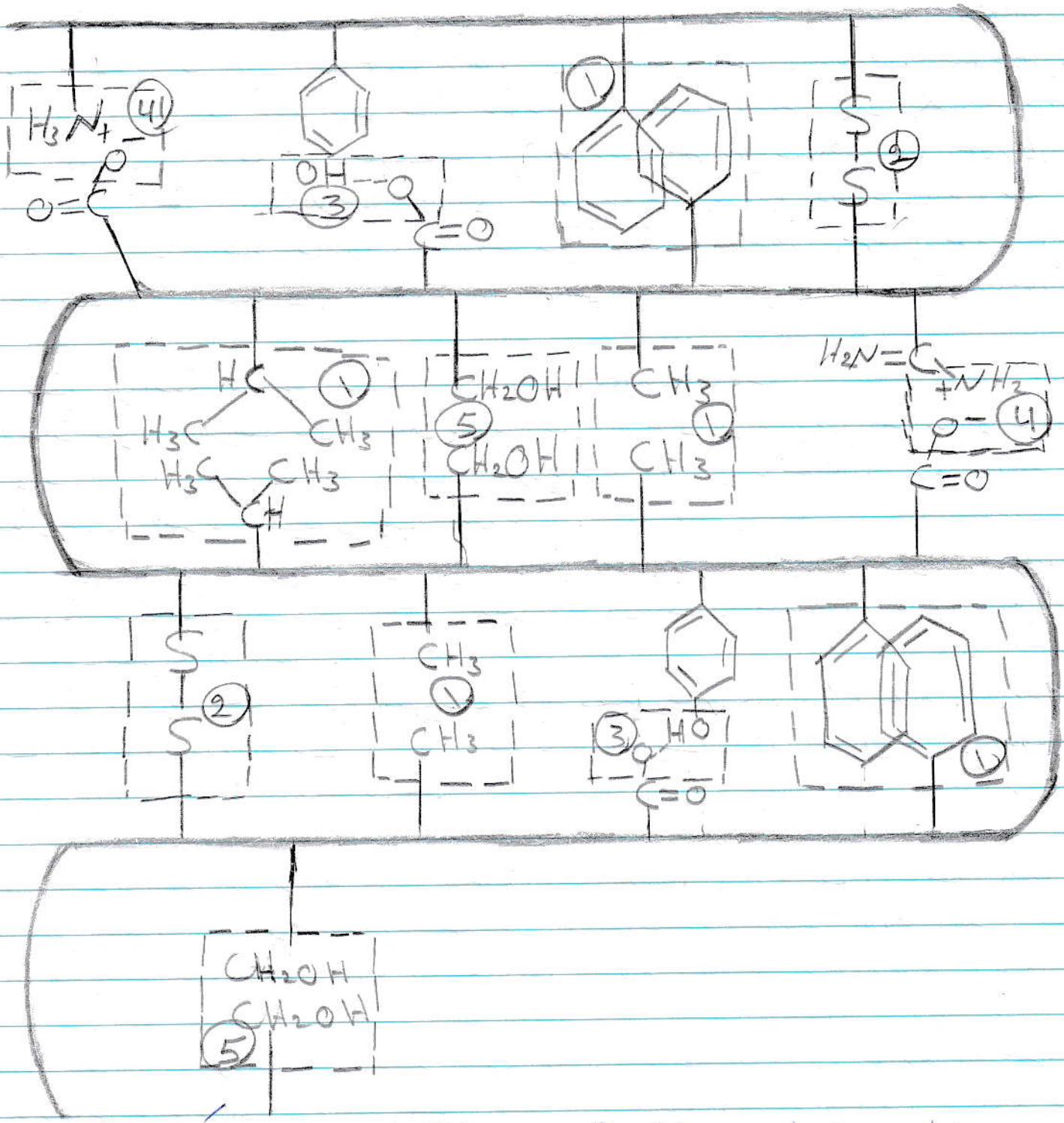
تتكون الأواصر الهيدروجينية بين السلاسل الجانبية القطبية وقد تنشأ الأواصر الهيدروجينية بين السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية ثنائية الكاربوكسيل ومجموعة الهيدروكسيل الفينولية في التايروسين

4- الأواصر الايونية Ionic bonds

توجد معظم الأحماض الأمينية في المحاليل المائية بالحالة الايونية. وتشترك الأحماض الأمينية القاعدية والأحماض الأمينية ثنائية الكاربوكسيل الحامضية في تكوين الأواصر الايونية أو تكون الأحماض الأمينية القاعدية لوحدها أواصر ايونية مع جزيئات الماء وكذلك الحال مع الأحماض الأمينية الحامضية.

5- الأواصر ثنائية الاقطاب Dipol-Dipol bonds

تتكون بين المجاميع القطبية للأحماض الأمينية التريونين، السيرين. تتكون أواصر ثنائية الاقطاب عند تواجد هذه الأحماض بين السلاسل الببتيدية المرتبطة مع بعضها البعض



انواع الاواصر التي تثبت جزيئة البروتين التركيب الثالثي

① - التداخلات الكارهة للماء
② - اواصر ثنائية الكبريت
③ - الاواصر الهيدروجينية
④ - الاواصر الايونية
⑤ - الاواصر ثنائية الاقطاب

4// Quaternary Structure

عبارة عن ارتباط السلاسل البيتيدية المتعددة (وحدات فردية) subunits بواسطة اواصر غير تساهمية لتكوين جزيئة البروتين المتعدد. يتكون بروتين الهيموكلوبين من اربع وحدات ثانوية، سلسلتين من α وسلسلتين من نوع β وكل سلسلة لها هوية جزيئي حوالي (16,000D) وبروتين Immunoglobulin G يتكون من 4 اربع وحدات ثانوية بوزن جزيئي 150 كيلو دالتون سلسلتين منخفضة الوزن الجزيئي بوزن جزيئي 25000 وسلسلتين عالية الوزن جزيئي بوزن جزيئي 50,000 دالتون.

## Denaturation تغير طبيعة البروتينات

يطلق تغير الطبيعة على اسحابة البروتين الاصلي او الطبيعي للحرارة او الحامض او القاعدة او مجموعة من العوامل الكيميائية او الفيزيائية الاخرى التي تسبب تغيرات ملحوظة في تركيب البروتين.

يسبب تغير الطبيعة تغير في التركيب الرابعي والثالثي والثانوي دون احداث اي تغيرات في التركيب الاولي للبروتين اي دون كسر الاواصر البيتيدية التساهمية للبروتين.

يمكن ان يساهم تغير الطبيعة في تغير نكهة او قوام المواد الغذائية الحاوية على البروتينات وتكون هذه التغيرات ذات اهمية كطبيعة في مجال الصناعات الغذائية.

ان التعرض للحرارة يؤدي الى انفتاح السلاسل البروتينية اي يحصل انفتاح للتركيب الثالثي والثانوي دون احداث اي تغير في التركيب الاولي للسلاسل البروتينية وايضا يحصل هذه الحالة عند التعرض للضغط والرج الشديد.

اما التعرض للكحولات والمذيبات العضوية والاحماض العضوية فانها تتنافس للارتباط بالماء بدلا من السلاسل البروتينية وبذلك يحصل ترسيب لجزيئة البروتين. وتحدث هذه الحالة عند التعرض للبوريا والهيدروكسو ايثانول اي يحصل عند تراكيز عالية من البوريا الى كسر الاواصر الهيدروجينية الضعيفة نسبيا فتحصل عملية الاكترة. اما اضافة الهيدروكسو ايثانول فيعمل على كسر الاواصر ثنائية الكبريت.

عند اضافة تراكيز من الاملاح المتعادلة بكميات كبيرة فانها تعمل على معادلة الشحنات الكهربائية في السلسلة البيتيدية وايصالها الى نقطة التعادل الكهربائي isoelectric point pI فتكون محصلة الشحنات الكهربائية صفر من جهة ومن جهة اخرى فان التراكيز العالية من الاملاح تعمل على المنافسة للارتباط بالماء بدلا من البيتيدات بتقليل هذه العوامل على تسييل جزيئة البروتين

اما المعادن الثقيلة فانها تعمل على معادلة الشحنات الكهربائية وايصالها الى نقطة التعادل الكهربائي وايضا المنافسة للارتباط بالماء.

اما التغير في قيم pH هذا يؤدي الى الوصول الى نقطة التعادل الكهربائي ومحصلة الشحنات الكهربائية تكون صفر اعتمادا على قيم pH اذا كانت باتجاه الحامضية او القاعدية.