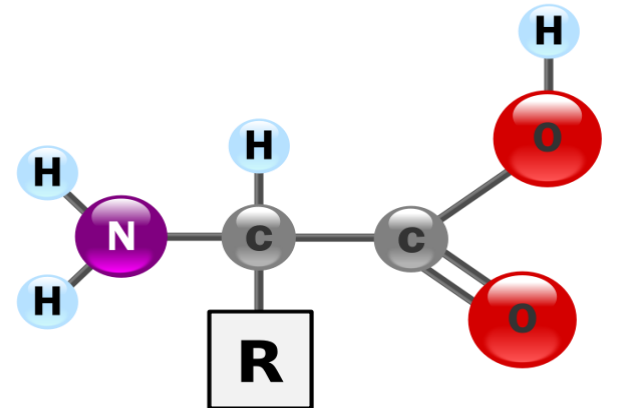


الأحماض الأمينية (Amino Acids)

مقرر 101 كيج
محاضرة رقم 5 - 7
إعداد: أ. عاتكة الشمري

T. Atika AL-Shammari

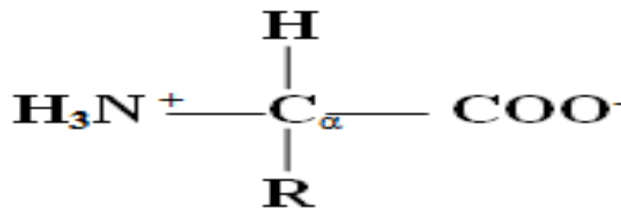


تعريف الأحماض الأمينية

- تُعرف الأحماض الأمينية على أنها الوحدات الأساسية لبناء جميع البروتينات.
- يوجد أكثر من 300 حمض أميني في الطبيعة وتوجد أيضاً بصورة مصنعة ولكن عشرون حمضاً أمينياً فقط يدخل في تكوين البروتينات الموجودة في جميع الكائنات الحية من البكتيريا إلى الإنسان، حيث لا يلزم وجود جميع هذه الأحماض الأمينية في كل بروتين.
- تدخل الأحماض الأمينية في تكوين بعض الهرمونات، وكذلك تُعد مصدراً للطاقة في الخلية، وتعمل عمل المحاليل المنظمة في سوائل الجسم.

التركيب الأساسي للحمض الأميني

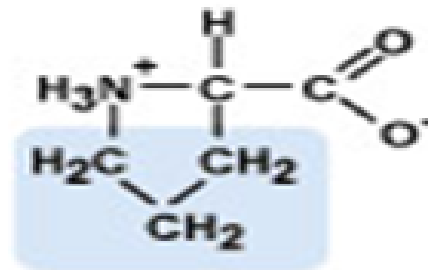
- تُعتبر الأحماض الأمينية مركبات عضوية تحتوي في الجزيء الواحد منها على ذرة كربون ألفا (C_α) متصلة بمجموعتين وظيفيتين فعاليتين وهما مجموعة الكربوكسيل ($COOH$) ومجموعة الأمين (NH_2) وأيضا متصلة بذرة هيدروجين (H) ومجموعة جانبية (R -group) تختلف من حمض أميني لآخر.
- **في المحاليل الحيوية المتعادلة:** تحمل الأحماض الأمينية شحنة موجبة على مجموعة الأمين و سالبة على مجموعة الكربوكسيل.



حمض أميني

التركيب الأساسي للحمض الأميني

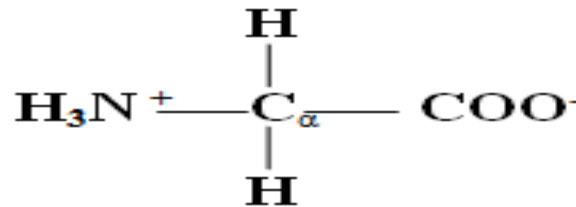
- كل حمض أميني له مجموعة جانبية تميزه عن الأحماض الأمينية الأخرى.
- المجموعة الجانبية تكون منفصلة عن مجموعة الأمين ألفا إلا في حالة الحمض الأميني برولين (**Proline**) فإن السلسلة الطرفية للمجموعة الجانبية ومجموعة الألفا أمين تُكونان جزءاً من حلقة واحدة مشتركة.



Proline (Pro)

خاصية النشاط الضوئي

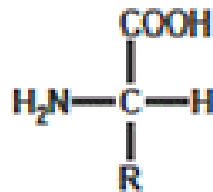
- جميع الأحماض الأمينية (ماعدا الجليسين) تمتلك خاصية النشاط الضوئي (Optical Activity) وهي قدرة الجزيء على حرف الضوء المستقطب إلى اليمين أو اليسار.
- جميع الأحماض الأمينية تملك ذرة كربون ألفا غير متناظرة حيث أنها ترتبط بأربع مجاميع مختلفة، ماعدا الجليسين (Glycine) الذي يحوي على ذرة كربون متناظرة لأن مجموعته الجانبية عبارة عن ذرة هيدروجين.



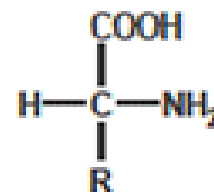
Glycine

خاصية النشاط الضوئي

- وبناءً على هذا فإن جميع الأحماض الأمينية (ماعدا الجليسين) تمتلك شكلين متناظرين، شكل يميني (D-a.a) وآخر يساري (L-a.a).
- جميع الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات توجد دائماً في الصورة اليسارية (مجموعة الأمين توجد على اليسار ومجموعة الكربوكسيل للأعلى).



L-amino acid



D-amino acid

تصنيف الأحماض الأمينية

- تختلف الأحماض الأمينية عن بعضها البعض باختلاف المجموعة الجانبية (R-group).

تصنف الأحماض الأمينية تبعاً لقطبيتها (طبيعة المجموعة الجانبية):

- ✓ الأحماض الأمينية الغير قطبية (الألفاتية والأروماتية)
- ✓ الأحماض الأمينية القطبية الغير مشحونة
- ✓ الأحماض الأمينية القطبية المشحونة بشحنة موجبة (قاعدية)
- ✓ الأحماض الأمينية القطبية المشحونة بشحنة سالبة (حمضية)

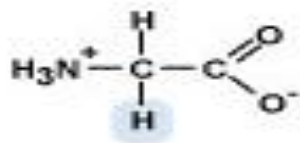
المجموعة اللاقطبية الأليفاتية

- هي أحماض أمينية غير قطبية كارهة للماء (Hydrophobic)، متعادلة (محصلة الشحنة عليها تساوي صفر) بسبب عدم إحتوائها على مجموعة وظيفية مكونة لروابط هيدروجينية مع الماء.

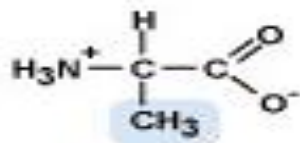
تشمل هذه المجموعة:

جليسين (Glycine)، ألانين (Alanine)، فالين (Valine)، ليوسين (Leucine)، ايزوليوسين (Isoleucine)، ميثايونين (Methionine)، وبرولين (Proline).

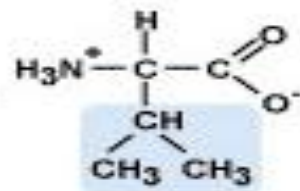
المجموعة اللاقطبية الأليفاتية Non-polar Aliphatic Group



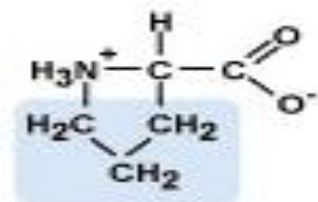
Glycine (Gly)



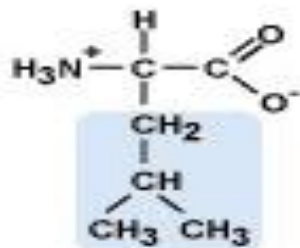
Alanine (Ala)



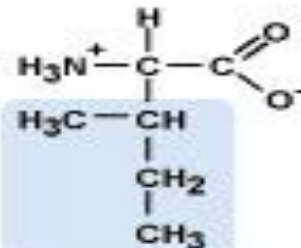
Valine (Val)



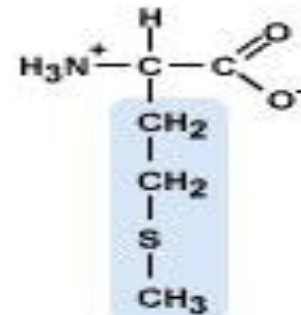
Proline (Pro)



Leucine (Leu)



Isoleucine (Ile)

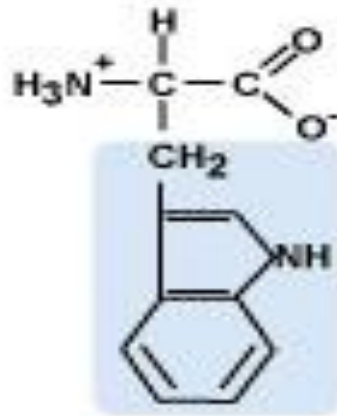


Methionine (Met)

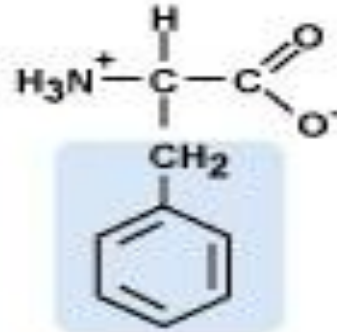
المجموعة اللاقطبية العطرية

- تشتمل هذه المجموعة على الأحماض الأمينية الحلقية غير القطبية والتي تحتوي على روابط ثنائية متناوبة.
- جميعها يمتص الضوء عند الطول الموجي 280 نانوميتر.
- تتكون هذه المجموعة من:
- فينيل ألانين (Phenylalanine)، تيروسين (Tyrosine)، وتريبتوفان (Tryptophan).
- يحتوي الفينيل ألانين على مجموعة فينول بينما تحتوي الحلقة العطرية للتيروسين على مجموعة الهيدروكسيل التي تجعل التيروسين أقل كرهاً للماء، أما التريبتوفان فيحتوي على مجموعة الإندول.

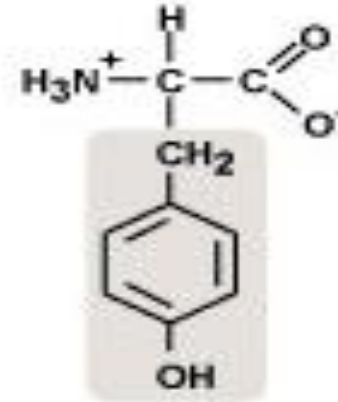
المجموعة الاقطبية العطرية Non-polar Aromatic Group



Tryptophan (Trp)



Phenylalanine (Phe)



Tyrosine (Tyr)

المجموعة القطبية غير المشحونة

- هي أحماض أمينية قطبية محبة للماء (Hydrophilic) ، متعادلة (غير مشحونة في الوسط المتعادل pH=7).

- تحتوي على مجموعة وظيفية قادرة على تكوين روابط هيدروجينية مع الماء.

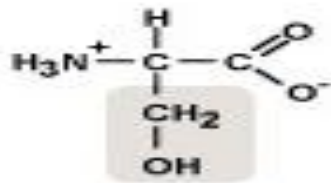
- تشمل الأحماض الأمينية التالية:

- ✓ أسباراجين (Asparagine) وجلوتامين (Glutamine) اللذان يحتويان على مجموعة أميد.

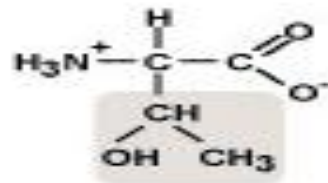
- ✓ سيرين (Serine) وثريونين (Threonine) يحتويان على مجموعة هيدروكسيل.

- ✓ سيستائين (Cysteine) الذي يحتوي على مجموعة السلفوهيدريل.

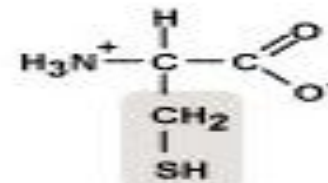
المجموعة القطبية غير المشحونة Polar Uncharged Group



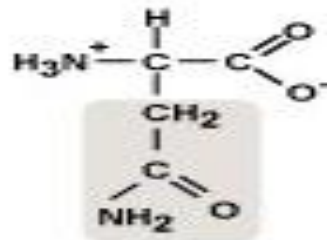
Serine (Ser)



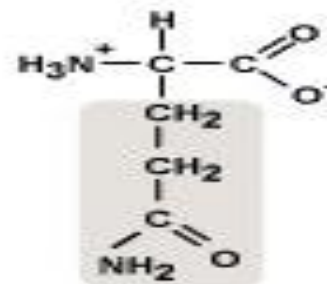
Threonine (Thr)



Cysteine (Cys)



Asparagine (Asn)



Glutamine (Gln)

المجموعة القطبية المشحونة

- هي أحماض أمينية قطبية محبة للماء مشحونة في الوسط المتعادل إما أن تكون مشحونة بشحنة موجبة أو بشحنة سالبة.

المشحونة بالشحنة السالبة (حمضية):

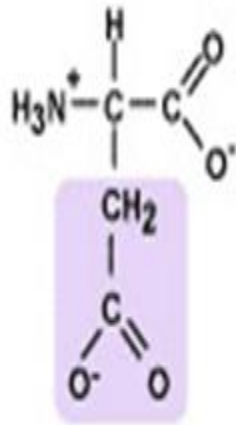
- تحتوي هذه الأحماض الأمينية على مجموعة كربوكسيل ثنائية دائماً ما تعطي شحنة سالبة عند التأين (تفقد بروتون).
- تسمى هذه الأحماض بالأحماض ثنائية الكربوكسيل وتتميز بأن لها نقطة تعادل كهربائي منخفضة.
- هذه المجموعة تشمل الأسبارتيت (Aspartate) والجلوتاميت (Glutamate) ويطلق عليها (Aspartic acid and Glutamic acid) إذا كانت غير متأينة.

المجموعة القطبية المشحونة

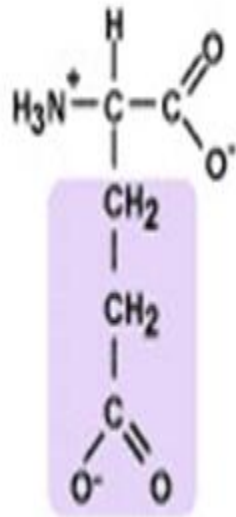
المشحونة بالشحنة الموجبة (قاعدية):

- تحتوي هذه الأحماض الأمينية على مجموعة أمين ثانية دائماً ما تعطي شحنة موجبة عند التآين (تكتسب بروتون).
- تتميز هذه الأحماض بأن لها نقطة تعادل كهربائي عالية.
- هذه المجموعة تشمل اللايسين (lysine) يحتوي على مجموعة أمين إضافية، الأرجينين (Arginine) يحتوي على مجموعة جوانيدين، والهستيدين (Histidine) يحتوي على مجموعة إيميدازول.

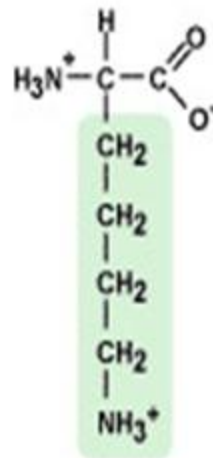
المجموعة القطبية المشحونة Polar charged Group



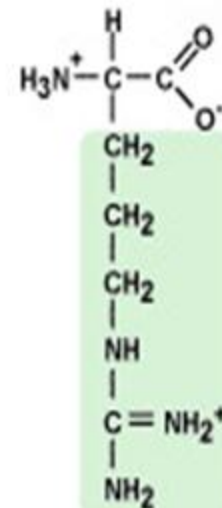
Aspartic Acid (Asp)



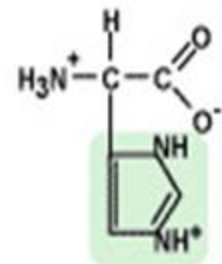
Glutamic Acid (Glu)



Lysine (Lys)



Arginine (Arg)



Histidine (His)

تقسيم الى أحماض أمينية تبعاً لقيمتها الغذائية

- تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لتصنيعها في الجسم إلى:
 - ✓ أحماض أمينية أساسية (Essential)
 - ✓ أحماض أمينية غير أساسية (Non-essential).
- الأحماض الأمينية الأساسية لا يصنعها الجسم ويجب تناولها في الغذاء، وهي:

ميثيونين	الهستيدين
فينيل ألانين	أيزوليوسين
ثريونين	ليوسين
تريبتوفان	لايسين
أرجينين	فالين

تسمية الأحماض الأمينية

- يختصر اسم الحمض الأميني بكتابة أول ثلاثة أحرف من اسم الحمض الأميني.
- أو بكتابة حرف واحد من حروف اللغة الإنجليزية.
- فمثلاً الجلايسين يمكن كتابته Gly أو G.

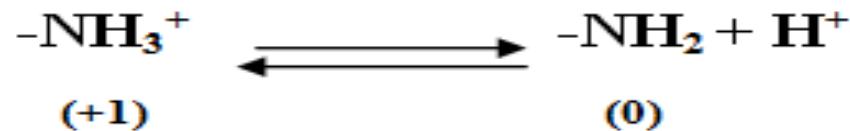
Name	Abbrev.	Name	Abbrev.
Alanine	Ala, A	Leucine	Leu, L
Arginine	Arg, R	Lysine	Lys, K
Asparagine	Asn, N	Methionine	Met, M
Aspartic Acid	Asp, D	Phenylalanine	Phe, F
Cysteine	Cys, C	Proline	Pro, P
Glutamic Acid	Glu, E	Serine	Ser, S
Glutamine	Gln, Q	Threonine	Thr, T
Glycine	Gly, G	Tryptophan	Trp, W
Histidine	His, H	Tyrosine	Tyr, Y
Isoleucine	Ile, I	Valine	Val, V

الخواص الفيزيائية والكيميائية للأحماض الأمينية

1. الذوبانية: يتفاوت ذوبان الأحماض الأمينية في الماء والمحاليل القطبية على حسب اختلاف السلسلة الجانبية للحمض الأميني، وكذلك درجة حموضة الوسط.
2. درجة إنصهار الأحماض الأمينية عالية بمعدل 200°C نظراً للقوة الأيونية التي تربط بين جزيئاتها.
3. الخاصية الإمفوتيرية: جميع الأحماض الأمينية لها القدرة على التأين وذلك لوجود مجموعتان (على الأقل) لهما القدرة على التأين وهما: مجموعة الكربوكسيل ألفا (الحمضية) ومجموعة الأمين ألفا (القاعدية). فلذلك، تتفاعل الحمض الأميني مع الأحماض كقاعدة ومع القواعد كحمض.

الخاصية الإمفوتيرية

- مجموعة الأمين تبدأ بالتأين من (+1) في الوسط الحمضي، ثم تفقد البروتون وتنتهي متعادلة (0) في الوسط القاعدي:

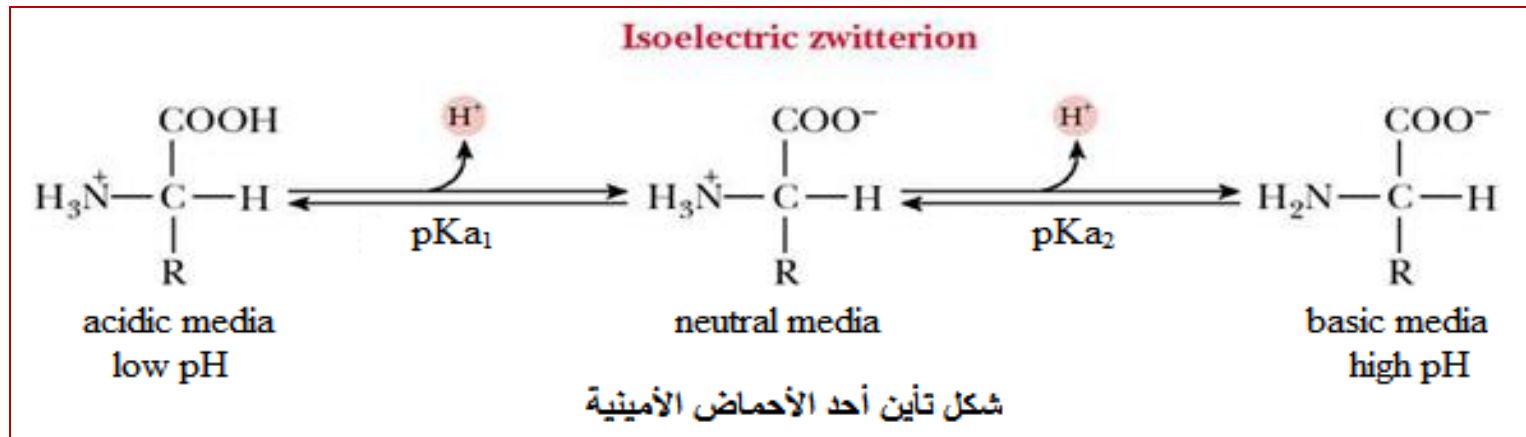


- أما مجموعة الكربوكسيل تبدأ من (0) في الوسط الحمضي، ثم تفقد البروتون وتنتهي (-1) في الوسط القاعدي:



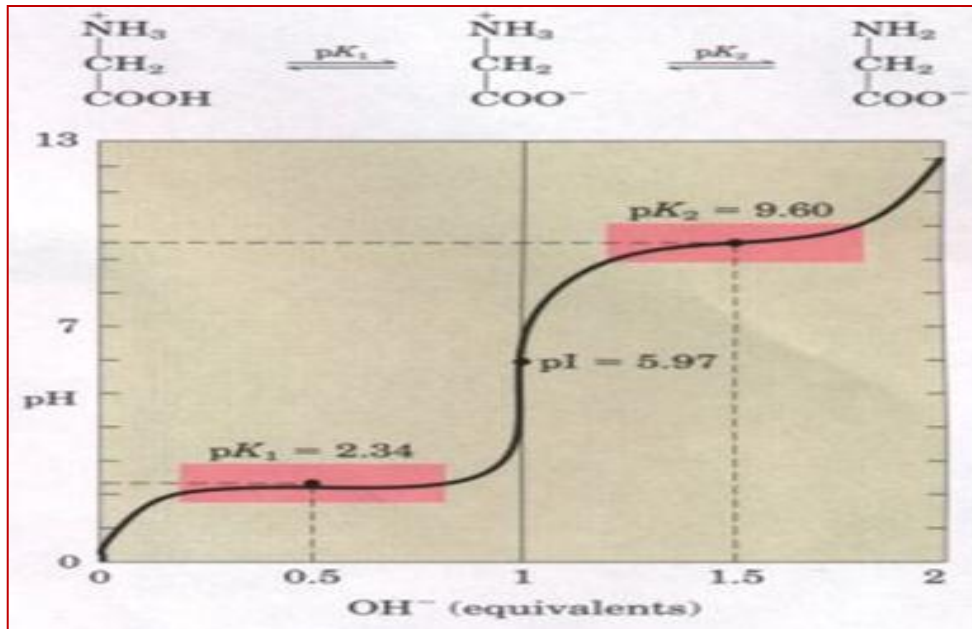
الخاصية الإفوتريية

- جميع الأحماض الأمينية لها خاصية الأيون ثنائي القطبية (الأيون المزدوج) يطلق عليها زويترايون (Zwitterions) والتي تسمح لها بالتصرف كحمض أو كقاعدة في المحاليل المائية والأوساط المتعادلة.



منحنى معايرة الأحماض الأمينية

- الحمض الأميني يوجد بصفة مشحونة في الوسط المائي، ويعتمد صافي الشحنة (مجموع الشحنات) (net charge) لأي حمض أميني على الوسط المحيط به.
- إذا تغيرت حموضة الوسط تغير قيمة صافي الشحنة.



منحنى معايرة الأحماض الأمينية

- فإذا كانت الـ pH منخفضة فيكون الوسط حمضياً ويمثل الشكل (cation)، وإذا كانت قيمة الـ pH مرتفعة فيكون الوسط قاعدي ويمثل الشكل (anion).
- عندما يصبح صافي الشحنة للحمض الأميني يساوي صفر، يطلق على الـ pH في هذه الحالة نقطة التعادل الكهربائي (pI) (Isoelectric point).
- تُعرف نقطة التعادل الكهربائي بأنها درجة الـ pH التي يكون عندها عدد الشحنات الموجبة في الجزيء مساوية لعدد الشحنات السالبة وتكون محصلة الشحنة مساوية للصفر فلا يتحرك الجزيء في المجال الكهربائي.

منحنى معايرة الأحماض الأمينية

- تحسب نقطة التعادل الكهربائي لأي حمض أميني متعادل من متوسط الأسين الأيونيين (pK_{a1} و pK_{a2}) لمجموعة الكربوكسيل ومجموعة الأمين على التوالي كما في المعادلة:

$$pI = pK_{a1} + pK_{a2} / 2$$

ملاحظة: إذا احتوى الحمض الأميني على مجموعتين من الكربوكسيل مثل الأسبارتيك أو مجموعتين أمين مثل اللايسين، فإن الـ pI تحسب من متوسط الأسين الأيونيين لمجموعتي الكربوكسيل في حالة الأسبارتك، ومتوسط الأسين الأيونيين لمجموعتي الأمين في حالة اللايسين.

الكشف عن الأحماض الأمينية

- يُعرف الكاشف على أنه مادة لها القابلية للتفاعل مع مجموعة وظيفية لكي تكشف عن المادة المراد إختبارها ويعرف ذلك بتغير اللون.

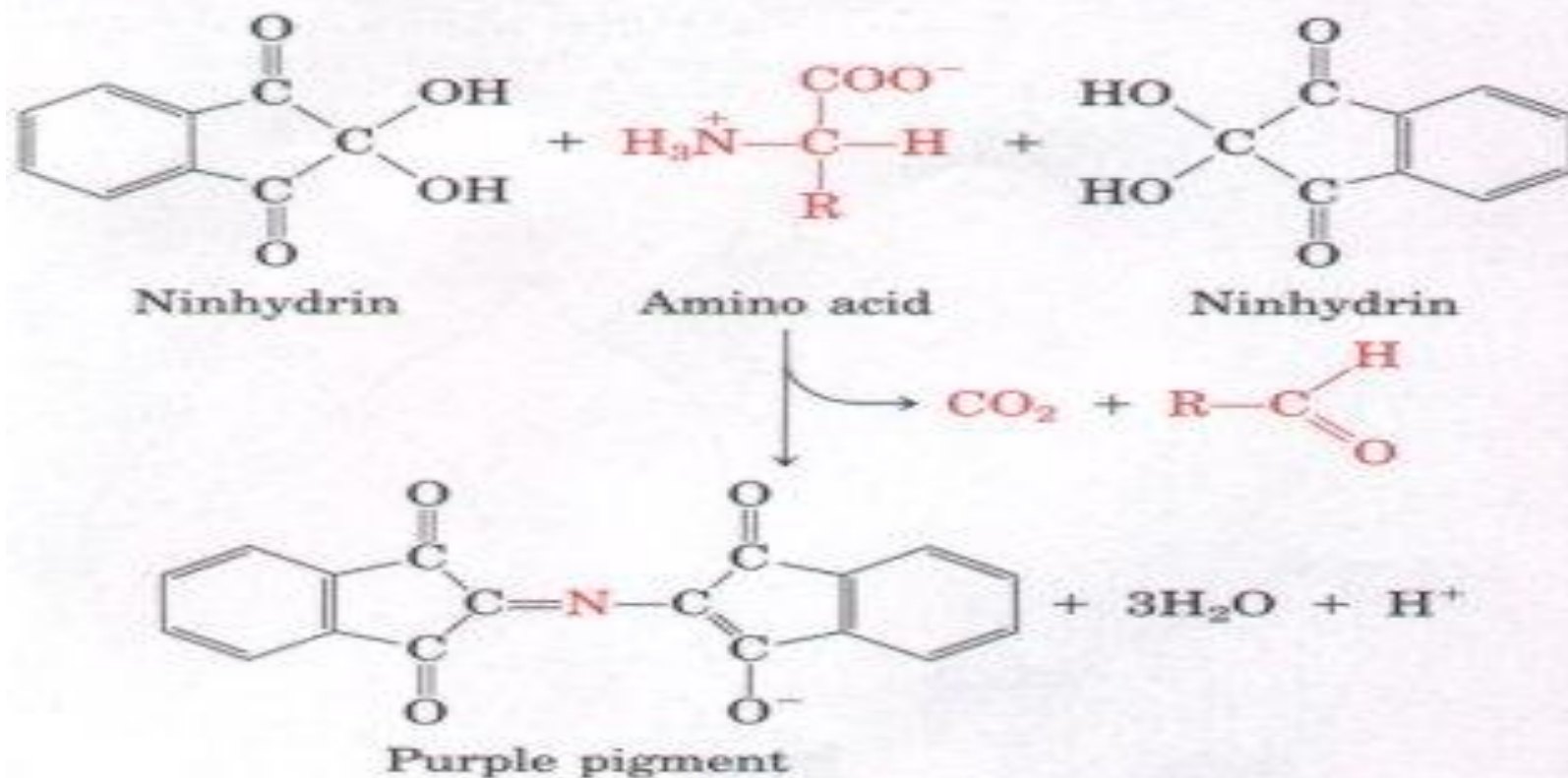
طرق الكشف عن الأحماض الأمينية:

- ✓ الكشف عن مجموعة الأمين الذي ينتج عنه تكون رابطة أميدية.
- ✓ الكشف عن مجموعة الكربوكسيل الذي ينتج عنه تكون رابطة إستيرية.
- يُفضل الكشف عن الرابطة الأميدية لأنها أقوى وأكثر ثباتاً من الرابطة الإستيرية.

كاشف النيهيدرين (Ninhydrin)

- كاشف النيهيدرين هو كاشف عديم اللون ينتج معقد ذو لون بنفسجي عندما يتفاعل مع الأحماض الأمينية، زيادة كثافته (اللون البنفسجي) تدل على زيادة تركيز الأحماض الأمينية في العينة.
- هذا التفاعل يكشف عن مجموعة الأمين ألفا ($-NH_3^+$) لذلك يجب أن تكون مجموعة الأمين أولية (حرة) لأن المعقد الناتج من التفاعل يأخذ فقط ذرة نيتروجين من الحمض الأميني.
- جميع الأحماض الأمينية تعطي نفس اللون (بنفسجي) ماعدا البرولين فإنه يعطي لونا أصفر (لأن مجموعة الأمين فيه ليست أولية بل ثانوية).

كاشف النيهيدرين (Ninhydrin)



*Do you have
Questions???*