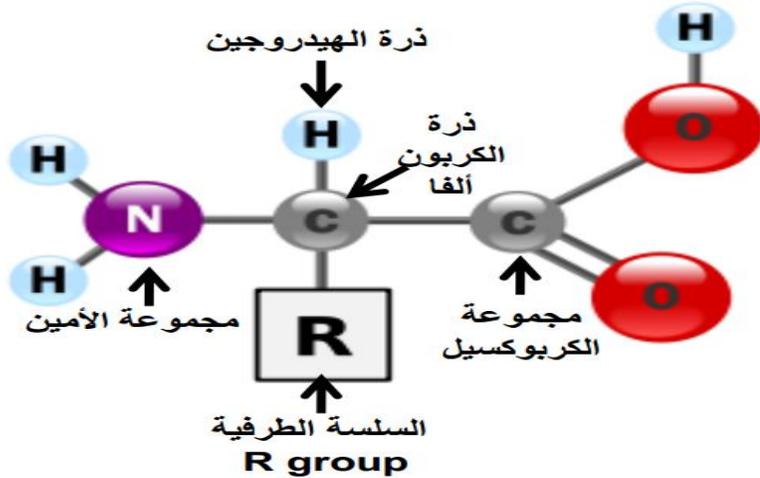


(2)
الأحماض الأمينية
Amino acids

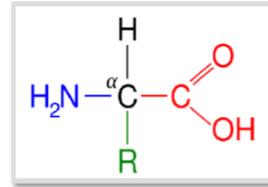
ما هي الأحماض الأمينية (amino acids) ؟

الصيغة العامة لتركيب الأحماض الأمينية



- الأحماض الأمينية هي الوحدات الأساسية (building block) لبناء البروتينات.
- هناك عشرون حمض أميني فقط (من النوع ألفا α) تدخل في تركيب البروتين.
- كل حمض أميني يحتوي على :
 - مجموعة أمين (NH_2).
 - مجموعة كربوكسيل (COOH).
 - ذرة هيدروجين.
 - مجموعة طرفية تختلف من حمض إلى آخر ويرمز لها بـ R . ← وهي ما يميز الحمض الأميني عن الآخر.

تختلف الأحماض الأمينية باختلاف المجموعة الطرفية (R-group) ولذا أمكن تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لقطبية (polarity) تلك السلاسل الجانبية في المحاليل المائية إلى:



1. غير قطبية (Non polar).

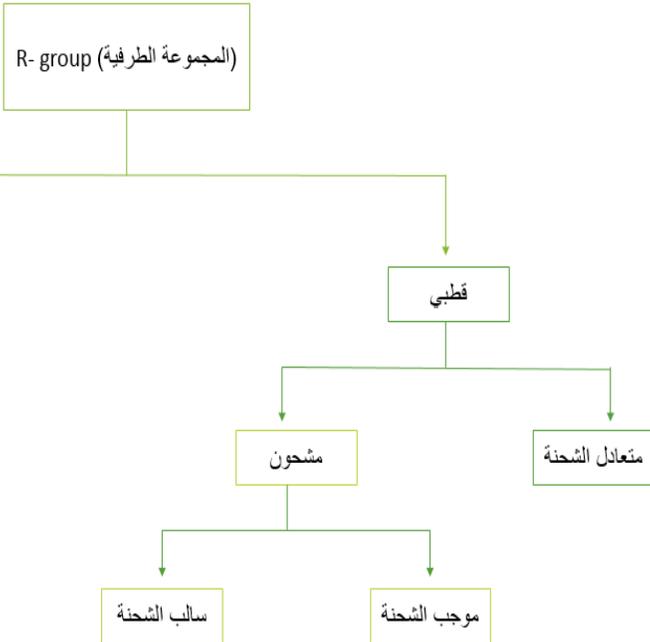
2. قطبية (polar):

(1) قطبية متعادلة الشحنة (Uncharged polar).

(2) قطبية مشحونة (Charged polar):

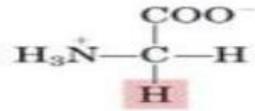
أ. قطبية موجبة الشحنة (Basic polar –positively charged-).

ب. قطبية سالبة الشحنة (Acidic polar –negatively charged-).

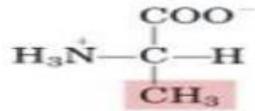


Twenty standard Amino Acids

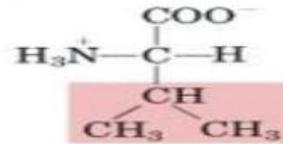
Nonpolar, aliphatic R groups



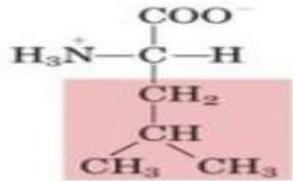
Glycine



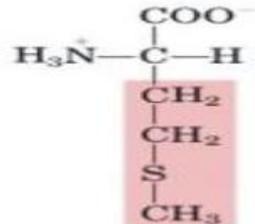
Alanine



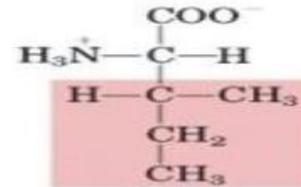
Valine



Leucine

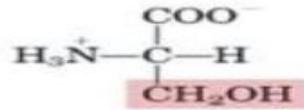


Methionine

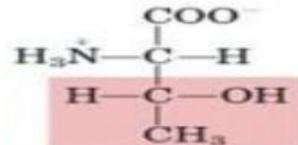


Isoleucine

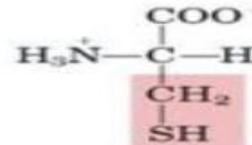
Polar, uncharged R groups



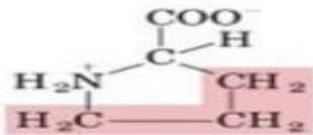
Serine



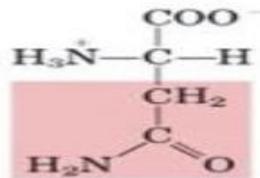
Threonine



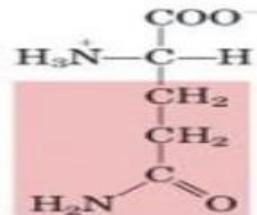
Cysteine



Proline

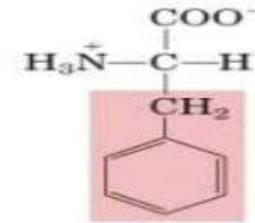


Asparagine

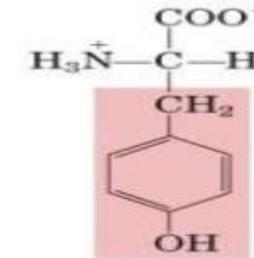


Glutamine

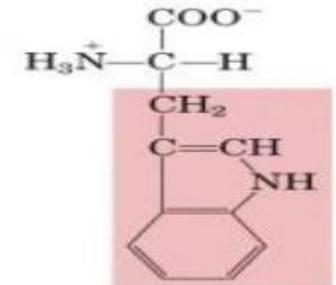
Aromatic R groups



Phenylalanine

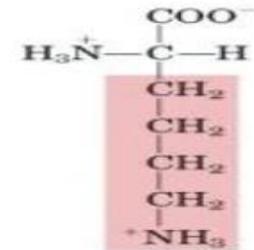


Tyrosine

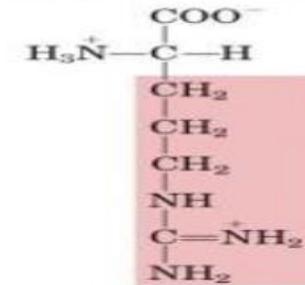


Tryptophan

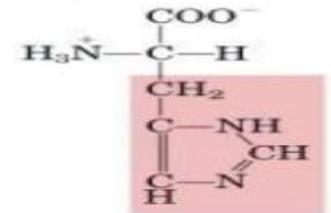
Positively charged R groups



Lysine

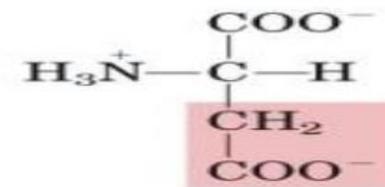


Arginine

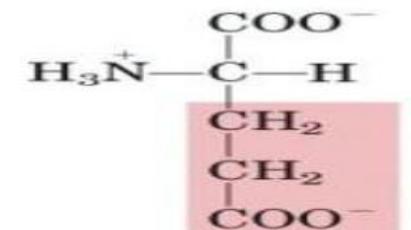


Histidine

Negatively charged R groups



Aspartate

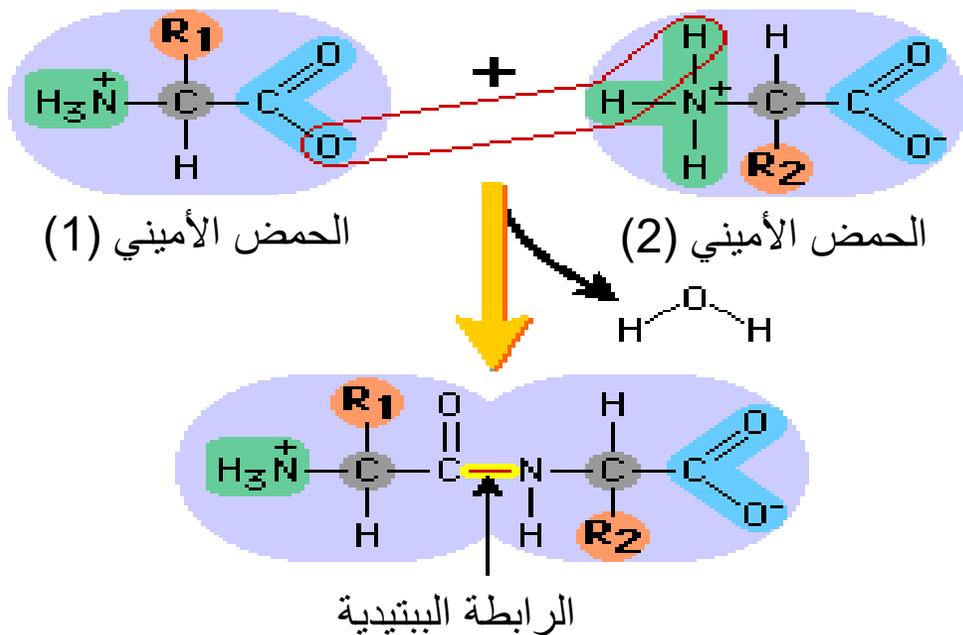


Glutamate

SYMBOL		AMINO ACID
1-Letter	3-Letter	
Y	Tyr	tyrosine
G	Gly	glycine
F	Phe	phenylalanine
M	Met	methionine
A	Ala	alanine
S	Ser	serine
I	Ile	isoleucine
L	Leu	leucine
T	Thr	threonine
V	Val	valine
P	Pro	proline
K	Lys	lysine
H	His	histidine
Q	Gln	glutamine
E	Glu	glutamic acid
Z	Glx	Glu and/or Gln
W	Trp	tryptophan
R	Arg	arginine
D	Asp	aspartic acid
N	Asn	asparagine
B	Asx	Asn and/or Asp
C	Cys	cysteine
X	Xaa	Unknown or other

تكوين الرابطة الببتيدية (Peptide bond formation):

- ترتبط الأحماض الأمينية مع بعضها بروابط ببتيدية ، بتفاعل **مجموعة الكربوكسيل** لأحد الأحماض الأمينية مع **مجموعة أمين** لحمض أميني آخر و يصاحب ذلك فقدان جزيء ماء.



الخواص الكيميائية والفيزيائية للأحماض الأمينية

نقطة التعادل
الكهربي
(pi)

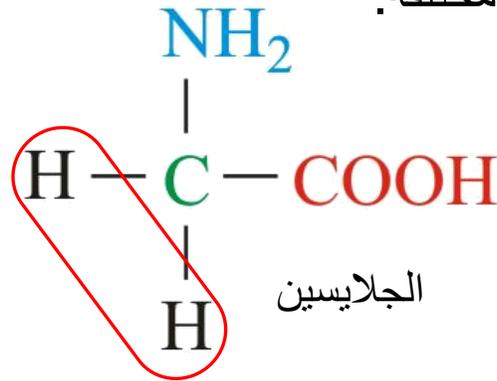
الخاصية
الأمفوتيرية

خاصية
الذوبانية

النشاط الضوئي

أولاً: النشاط الضوئي (Optical activity):

- تتميز الأحماض الأمينية بقدرتها على عمل إنحراف لاتجاه الضوء المستقطب لاحتوائها جميعاً باستثناء الجلايسين (لماذا؟) على ذرة كربون غير متماثلة (asymmetrical) مرتبطة بأربع مجاميع مختلفة.



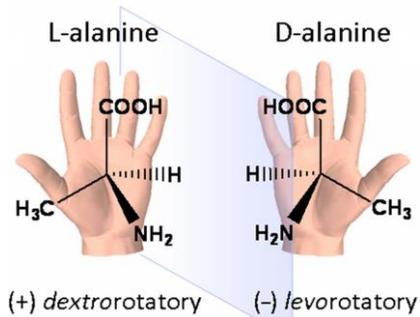
- يمكن تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لنشاطها الضوئي إلى:

1. الأحماض الأمينية التي تسبب دوران الضوء المستقطب لليمين:

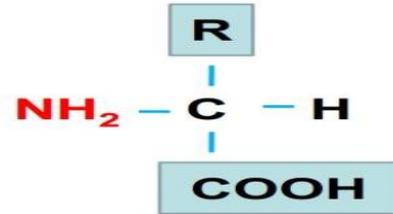
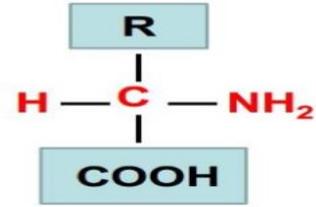
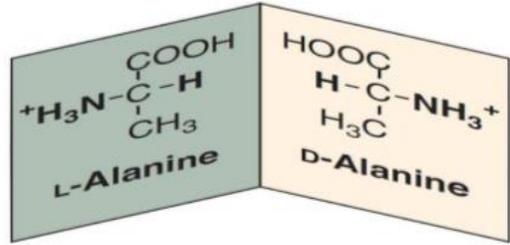
يسمى متناظر **أيمن الدوران** و يشار له ب (+) مثال ذلك: **α -Alanine (+)**

2. الأحماض الأمينية التي تسبب دوران الضوء المستقطب لليسار:

يسمى **يساري الدوران** و يشار له ب (-) مثال ذلك: **α -Alanine (-)**



و يمكن أيضاً تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لتركيبها الفراغي:



- إلى مجموعتين:
- 1. من النوع - (L).
- 2. من النوع - (D).

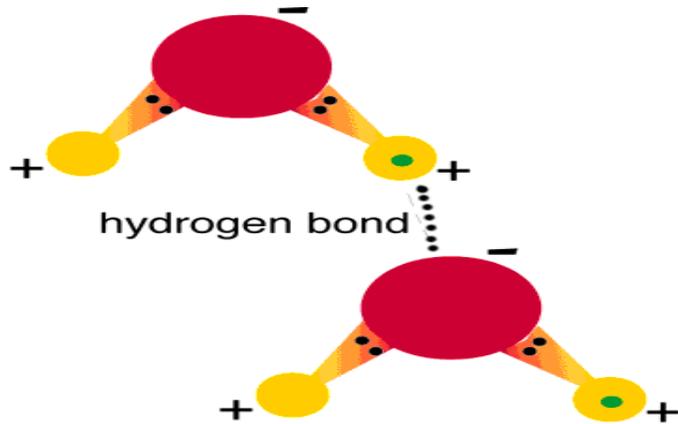
• إذا كانت مجموعة الأمين على **يمين** ذرة الكربون الغير متناظرة فإن الحمض الأميني يكون من النوع (D)

• أما إذا كانت مجموعة الأمين على **يسار** ذرة الكربون الغير متناظرة فإن الحمض الأميني يكون من النوع (L)

تتميز جميع الأحماض الأمينية المكونة للبروتين بأنها من النوع L.

ثانياً: الذوبانية (Solubility):

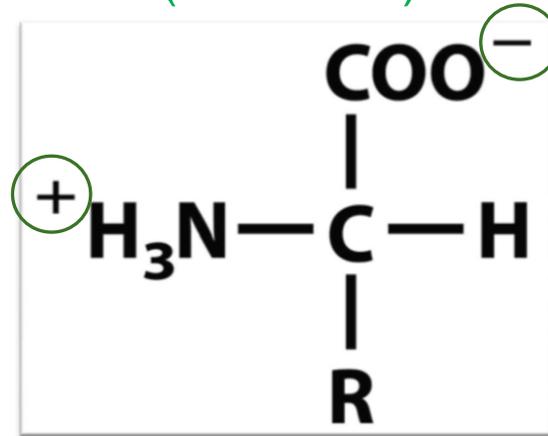
- تتميز الأحماض الأمينية القطبية بكونها أكثر ذوباناً في الماء من الأحماض الأمينية الغير قطبية و يعود ذلك إلى أن المجاميع الطرفية (R) عبارة عن مجاميع قادرة على تكوين روابط هيدروجينية مع الماء.



ثالثاً: الخاصية الأمفوتيرية (Amphoteric):

- جميع الأحماض الأمينية تتميز بالخاصية الأمفوتيرية.
- أي أنها عندما تذوب في الماء فإنها تحمل شحنتين (شحنة موجبة وأخرى سالبة) مكونة ما يسمى بالأيون مزدوج الشحنة (Zwitterion) ، في الأوساط المتعادلة.

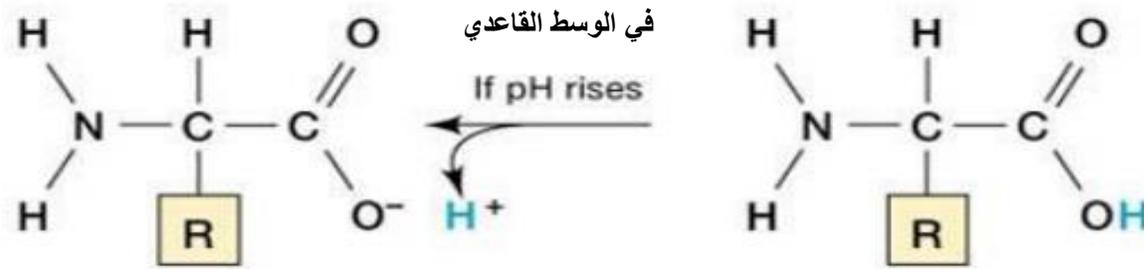
الأيون مزدوج الشحنة
(zwitterion)



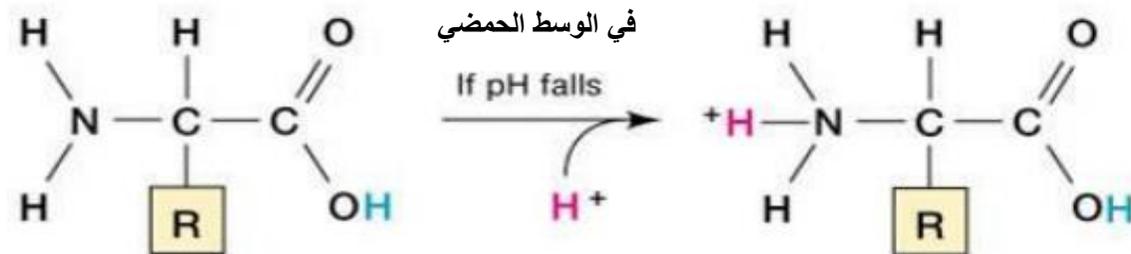
محصلة الشحنة للجزيء تساوي صفر

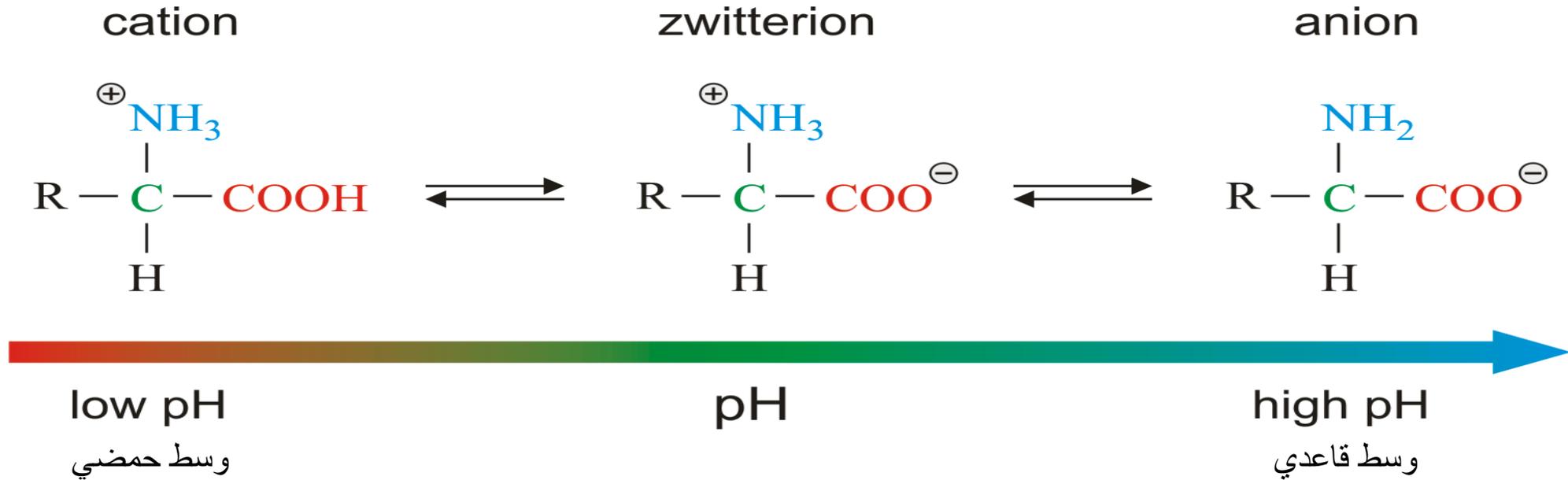
• إن وجود هذه الحالة من التآين المزدوج يجعل الحمض الأميني قادراً على أن يسلك سلوك القواعد (مكتسب للبروتون) والأحماض (مانح للبروتون).

• فهي تسلك سلوك الأحماض لوجود مجموعة الكربوكسيل ($\text{COOH} \rightarrow \text{COO}^-$) ، حيث تكتسب مجموعة الكربوكسيل الشحنة السالبة (COO^-) لسهولة فقدها البروتون في الوسط القاعدي.
← (يحمل الحمض الأميني الشحنة السالبة في الوسط القاعدي).



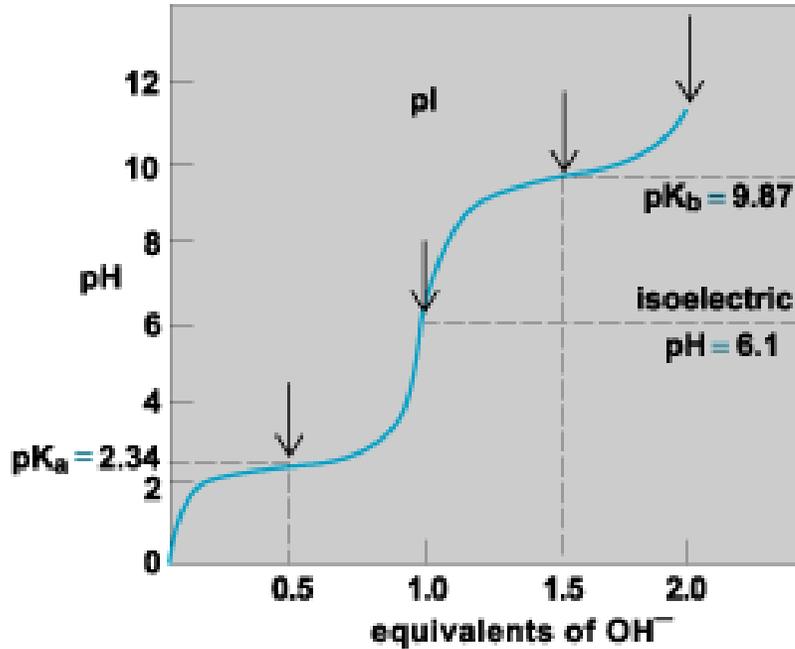
• وتتسلك سلوك القواعد لوجود مجموعة الأمين ($\text{NH}_2 \rightarrow \text{NH}_3^+$) ، حيث تكتسب مجموعة الأمين الشحنة الموجبة (NH_3^+) لسهولة ارتباطها بالبروتون المنفصل عن مجموعة الكربوكسيل في الوسط الحمضي.
← (يحمل الحمض الأميني الشحنة الموجبة في الوسط الحمضي).



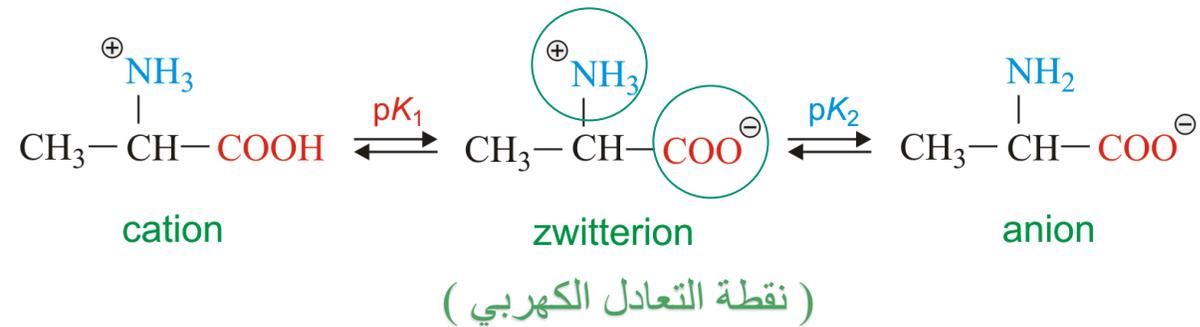


- وبناءً على ذلك فإن تغيير الرقم الهيدروجيني للوسط الذي يوجد في الحمض الأميني يؤدي إلى تغيير محصلة الشحنات عليه ، وبالتالي على حركته في المجال الكهربائي.

رابعاً: نقطة التعادل الكهربى (isoelectric point (pI):

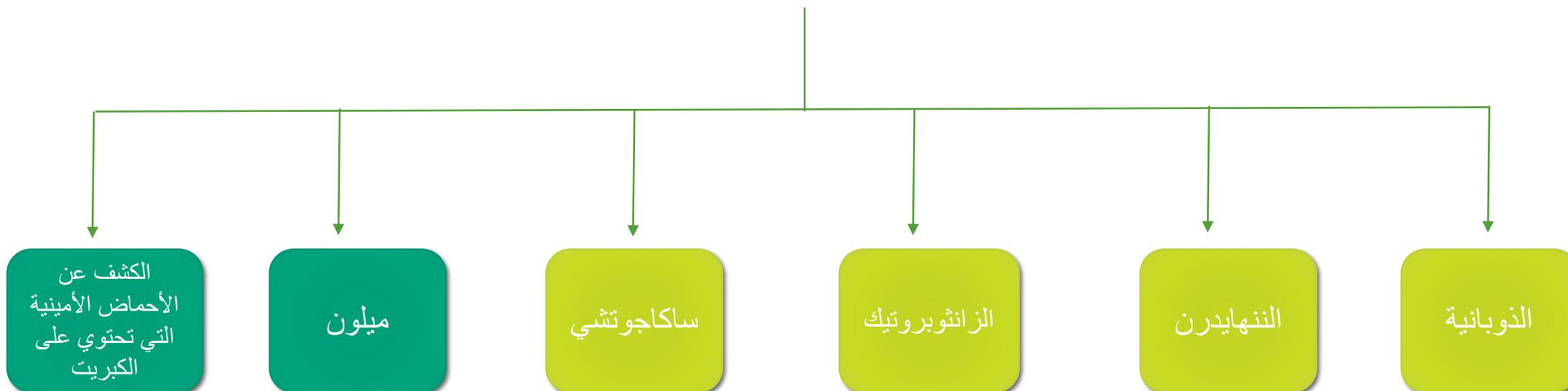


- هي قيمة الرقم الهيدروجينى (pH) الذي تتساوى فيه عدد الشحنات الموجبة والسالبة على الحمض الأمينى (بمعنى أن المحصلة تساوى صفر)، وعندها لا يتحرك الحمض الأمينى لأي من القطبين (السالب أو الموجب) إذا وضع في مجال كهربى وبناءً عليه فإنه يترسب بسهولة عند هذه الدرجة.



الجزء العملي

الاختبارات العامة و الوصفية للأحماض الأمينية (Qualitative tests of amino acids)



أولاً: اختبار الذوبانية (solubility of amino acid) :

الهدف: اختبار ذوبان الأحماض الأمينية في المحاليل القطبية و الغير قطبية و الأحماض و القواعد للاستدلال على السلوك القطبي و الخاصية الأمفوتيرية.

النظرية العلمية للاختبار:

تذوب الأحماض الأمينية في الماء لارتباط جزيئاتها المستقطبة بجزيئات الماء القطبية، ووجود المجموعات القاعدية (NH_3^+) و الحمضية (COO^-) تسهل ذوبان الأحماض الأمينية في القواعد و الأحماض.
← المذيبات تذيب اشباهها.



طريقة العمل:

- 1- جهزي 4 أنابيب اختبار (لكل من الجلايسين و الأرجنين) ثم ضعي 4 مل من كل من المذيبات التالية : (ماء، كلوروفوم، هيدروكسيد الصوديوم 0.1M ، حمض الهيدروكلوريد 0.1M).
- 2- أضيفي 1 مل من الأحماض الأمينية.
- 3- دوني ملاحظتك.

النتائج:



جلايسين - أرجينين + كلوروفورم



جلايسين - أرجينين + HCl

أرجينين	جلايسين	المذيب
		الماء
		كلوروفورم
		هيدروكسيد الصوديوم 0.1M
		حمض الهيدروكلوريد 0.1M

المناقشة: اكتب تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب في اختلاف الذوبانية بين المذيبات.

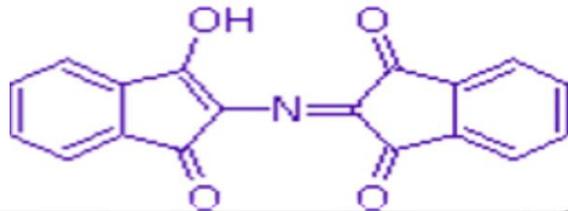
ثانياً: اختبار الننهايدرن (Ninhydrin test) :

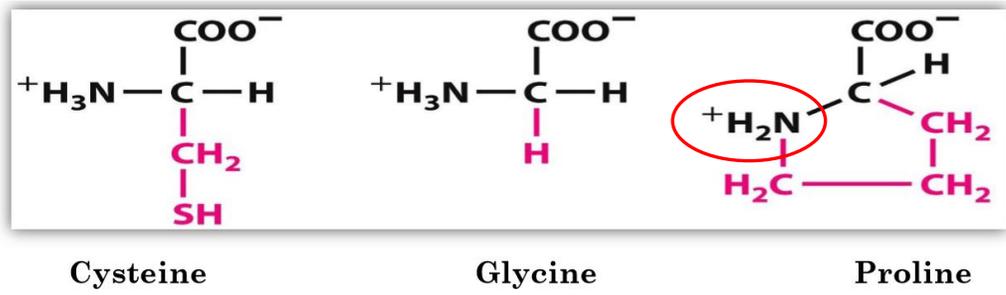
الهدف: الكشف عن الأحماض الأمينية من النوع ألفا α .

النظرية العلمية للاختبار:

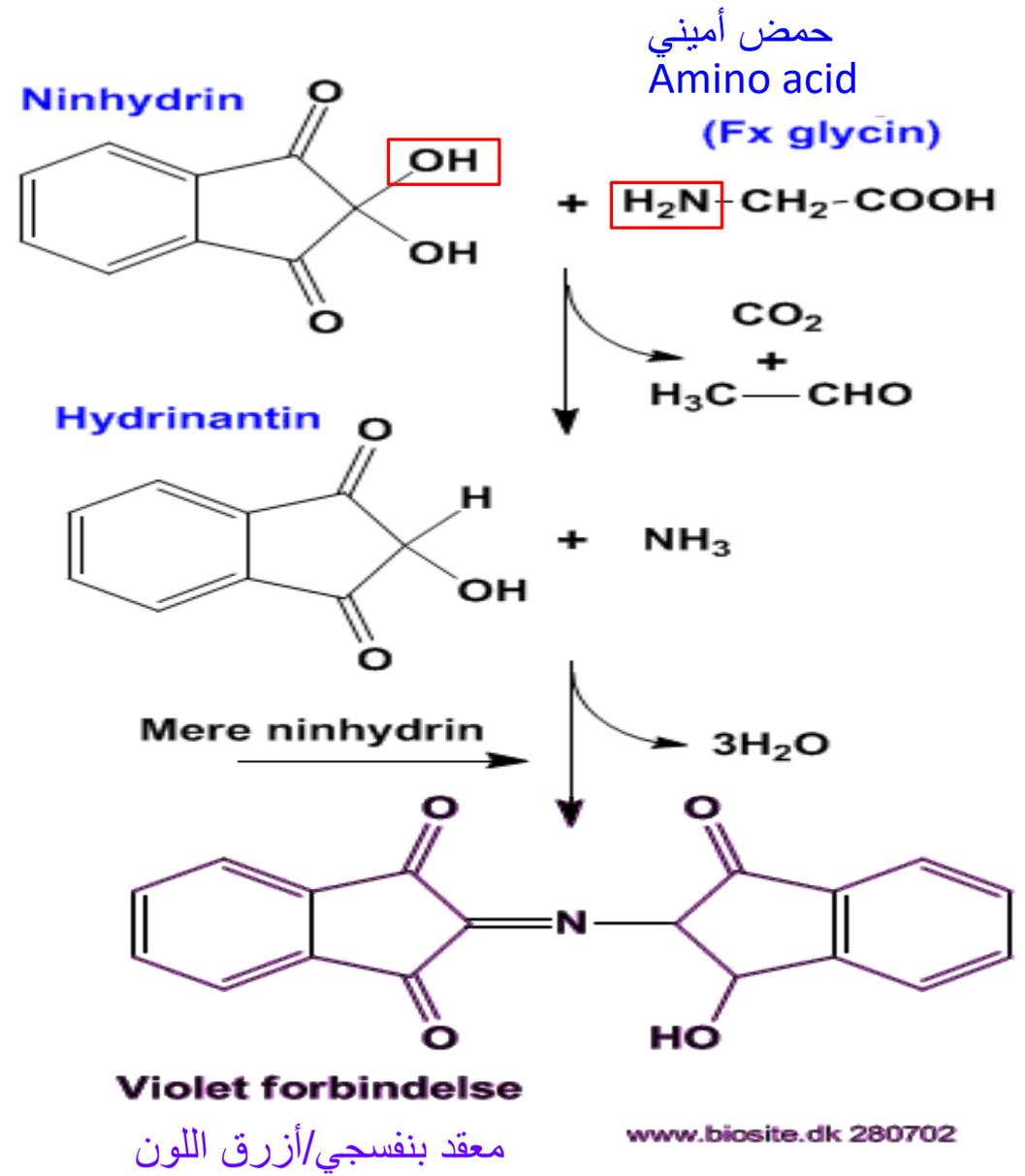
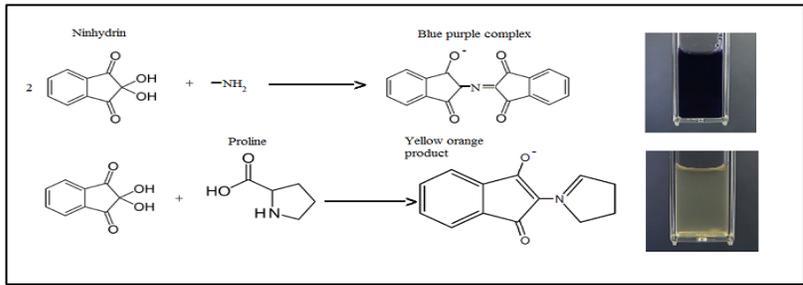
يتفاعل الننهايدرن مع جميع الأحماض الأمينية من النوع ألفا (α) المحتوية على مجموعة أمين حرة (حيث أن مجموعة الأمين مرتبطة بذرة الكربون α) عند درجات حرارة عالية لتكوين المركب الوسطي هيدرينانتين والنشادر ويتصاعد ثاني أكسيد الكربون. ثم يتفاعل هيدرينانتين والنشادر مع جزئ آخر من الننهايدرين معطياً معقداً بنفسجي/أزرق اللون (blueviolet). ← يستثنى من ذلك الحمض الأميني برولين حيث يعطي لوناً أصفر.

معقد بنفسجي/أزرق
اللون





لا يمتلك مجموعة أمين حرة مرتبطة بذرة الكربون α لذلك لا يعطي اللون البنفسجي وإنما اللون الأصفر.



طريقة العمل:



- 1- أضيفي في كل أنبوب 1 مل من (جلايسين، تربتوفان، تايروسين، برولين).
- 2- أضيفي 1 مل من محلول الننهايدرن في كل أنبوبة.
- 3- رجي جيداً ثم ضعها في حمام مائي يغلي لمدة دقيقتين، ثم سجلي ملاحظاتك.

النتائج:



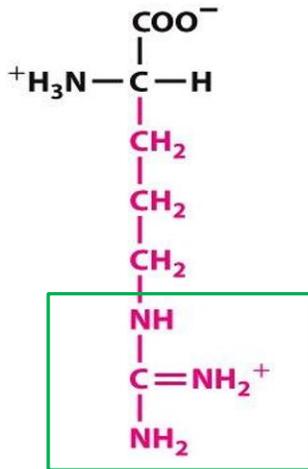
+ + +

الاستنتاج	الملاحظة	الأنبوبة
		جلايسين (Glycine)
		تايروسين (Tyrosine)
		تربتوفان (Tryptophan)
		برولين (Proline)

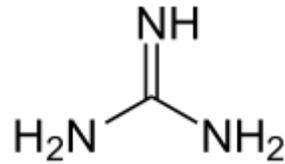
المناقشة: اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب للألوان المختلفة.

ثالثاً: اختبار ساكاجوتشي (Sakaguchi test) :

الهدف: الكشف عن مجموعة الجوانيديين (Guanidine) و التي تشكل جزء من الحمض الأميني أرجنين- Arginine (التعرف على حمض الأرجنين و تمييزه عن باقي الأحماض الأمينية).



مجموعة الجوانيديين



النظرية العلمية للاختبار:

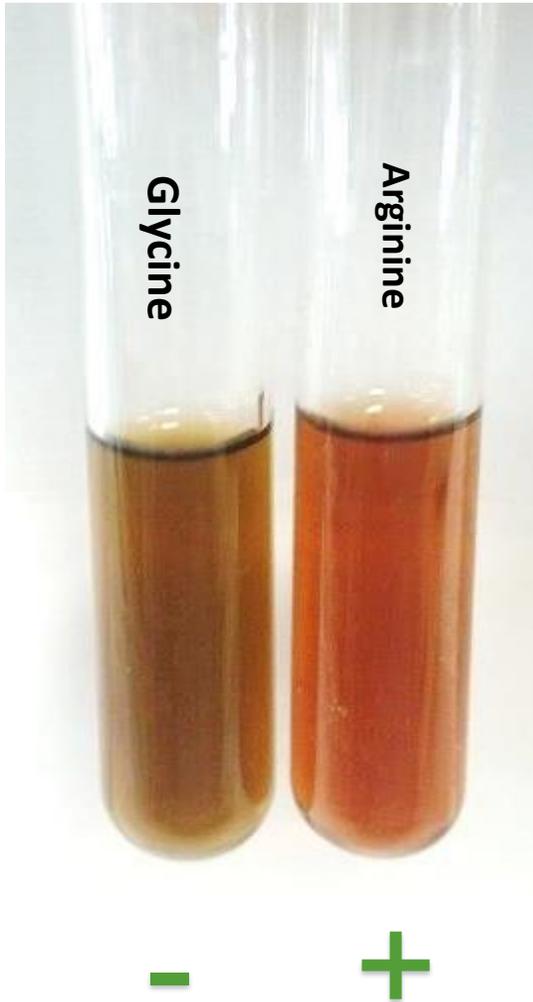
تتفاعل مجموعة الجوانيديين الموجودة في حمض الأرجنين مع ألفا-نافثول في وجود الهيبوبرومايت (ماء البروم) كعامل مؤكسد فيعطي معقد ذو **لون أحمر غامق** يدل على وجود هذه المجموعة وبالتالي وجود الحمض الأميني Arginine.

طريقة العمل:

- 1- ضعي في أنبوبة اختبار 1 مل من الجلايسين و أخرى أرجنين.
 - 2- أضيفي 2 مل من هيدروكسيد الصوديوم المركز 10 مولار ثم رجي جيداً.
 - 3- أضيفي 5 قطرات من ألفا- نافثول.
 - 4- أضيفي 5 قطرات من هايوبروميت الصوديوم (ماء البروم) ثم رجي جيداً.
- ملاحظة: اللون الأحمر الغامق (نتيجة إيجابية) بينما اللون الأصفر أو البني (نتيجة سلبية).

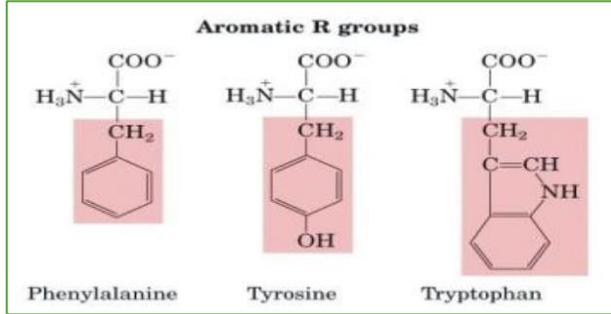
النتائج:

الأنبوبة	الملاحظة
(Glycine) جلايسين	
(Arginine) أرجنين	



المناقشة: اكتب تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب في ظهور كل لون.

رابعاً: اختبار الزانثوبروتيك (Xanthoproteic test):



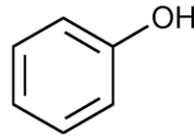
الهدف: يستخدم هذا الختبار للكشف عن حلقة البنزين الموجودة في الأحماض الأمينية العطرية -الأروماتية- (التايروزين و التربتوفان).

النظرية العلمية للاختبار:

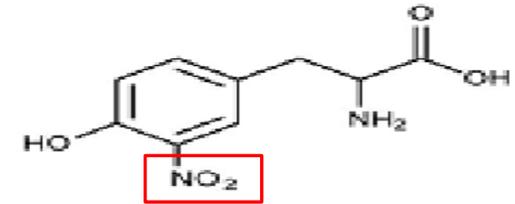
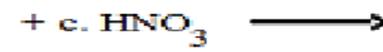
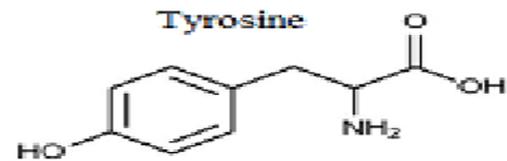
تتفاعل الأحماض الأمينية العطرية المحتوية على حلقة بنزين مع حمض النيتريك المركز (HNO_3) عند درجات حرارة عالية مانحاً إياه مجموعة (NO_2) ترتبط مع حلقة البنزين، وتسمى هذه العملية النيترة (Nitration) التي ينتج عنها ظهور **لون أصفر** واضح .

ملاحظات:

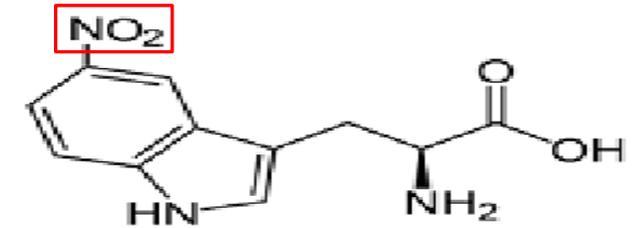
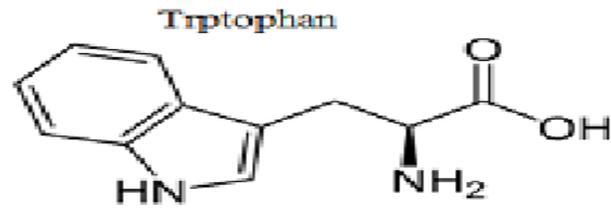
1. على الرغم من ان الفينيل ألانين (Phenylalanine) حمض أروماتي إلا أنه لا يعطي نتيجة إيجابية لأن **حلقة البنزين غير نشطة** .
2. جميع الفينولات تعطي نتيجة إيجابية في هذا الاختبار.



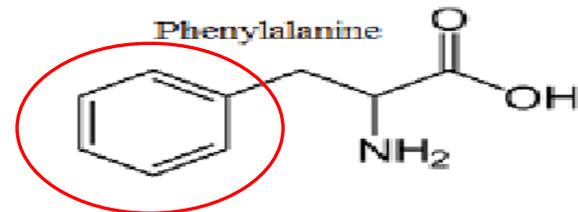
عملية النيترة



لون أصفر



لون أصفر



X

غير نشطة

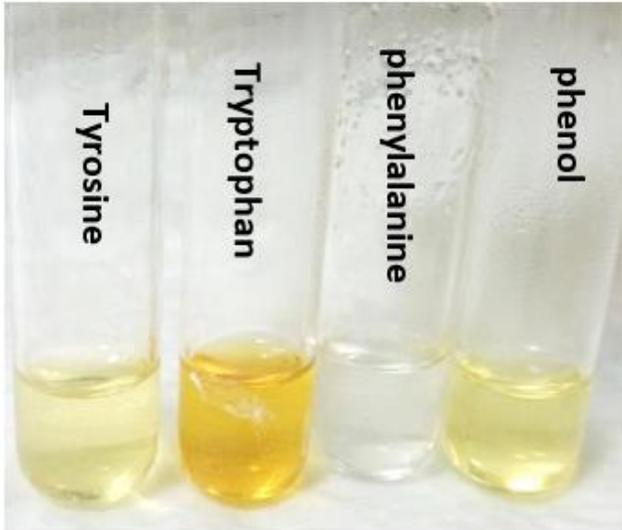
طريقة العمل:



- 1- ضعي في كل أنبوبة اختبار 3 مل من التايروسين، فينايل ألانين، تربتوفان ، و فينول.
- 2- أضيفي 1 مل من حمض النيتريك المركز (**بحذر**) ثم رجي جيداً.
- 3- سخني الأنبوبة لمدة دقيقة واحدة (ظهور لون أصفر).

النتائج:

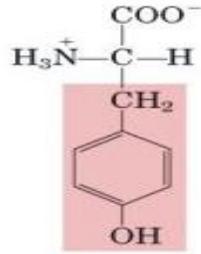
الأنبوبة	الملاحظة بعد إضافة الحمض
(Tyrosine) تايروسين	
(Tryptophan) تربتوفان	
(Phenylalanine) فينايل ألانين	
(Phenol) فينول	



+ + - +

المناقشة: اكتب تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب في تغير اللون وعدمه.

سابعاً: اختبار ميلون (Million test):



Tyrosine

الهدف: هو اختبار خاص للكشف عن مجموعة الهيدروكسي فينايل (الكشف عن التيروسين).

النظرية العلمية للاختبار:

تفاعل مجموعة الهيدروكسي فينايل في الحمض الأميني التيروسين مع كاشف ميلون (هو عبارة عن أيونات الزئبق مذابة في أحماض النترات) في تكون **راسب بني مُحَمَّر** من أملاح الزئبق.

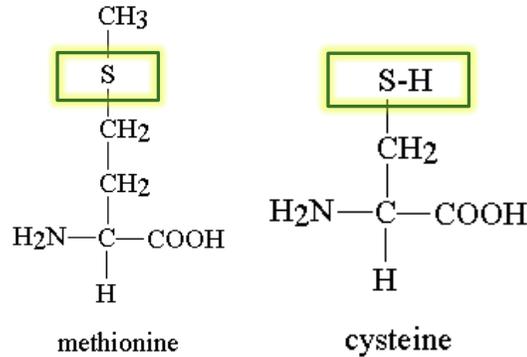


ملاحظة:

هذا الكاشف إيجابي أيضاً مع مركبات الفينول.

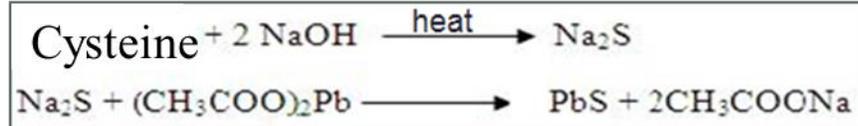
سادساً: الكشف عن الأحماض الأمينية التي تحتوي على الكبريت:

الهدف: هذا الاختبار مميز للأحماض الأمينية المحتوية على مجموعة الكبريت في المجموعة الطرفية مثل: السيستين ،الميثونين .



النظرية العلمية للاختبار:

تسخين الأحماض الأمينية التي تحتوي على كبريت مع هيدروكسيد الصوديوم (قاعدة) يحول الكبريت العضوي الى كبريت غير عضوي و الذي يتفاعل مع أسيتات الرصاص معطياً راسب أسود من كبريتيد الرصاص.



...انتهى بحمد الله