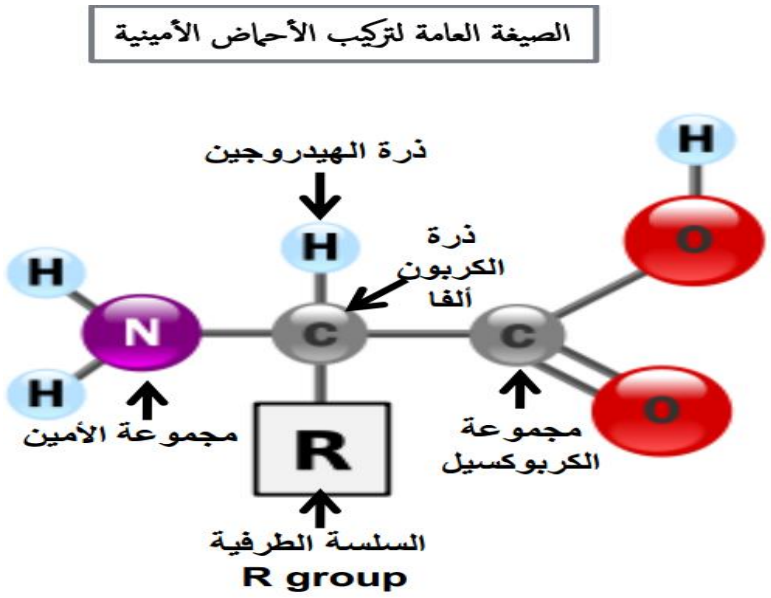
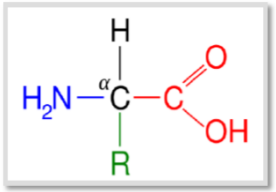
(3)
الأحماض الأمينية
Amino acids

ما هي الأحماض الأمينية (amino acids) ؟

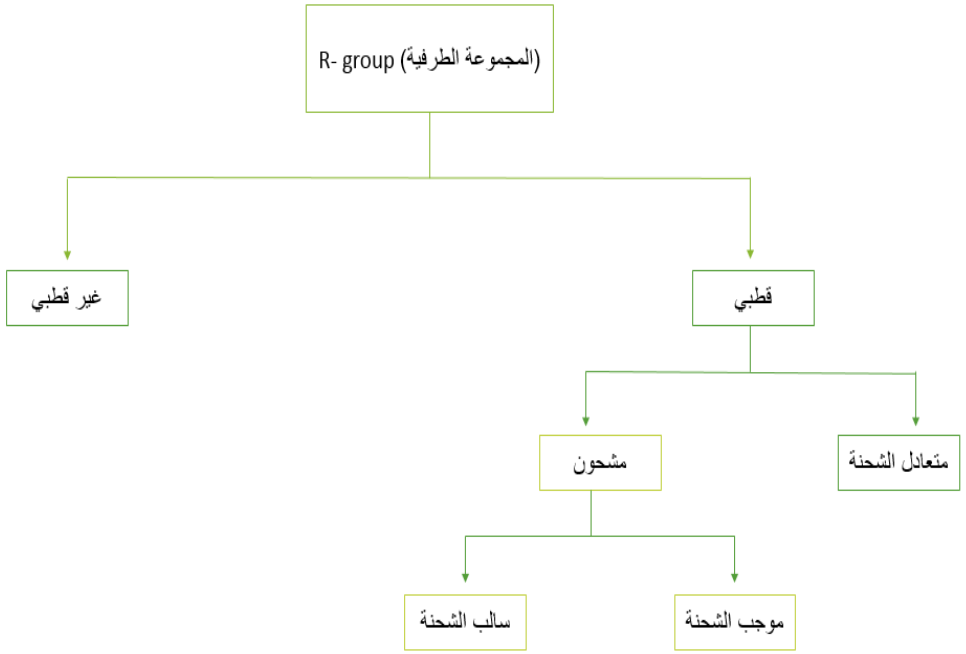


- الأحماض الأمينية هي الوحدات الأساسية (building block) لبناء البروتينات.
- هناك عشرون حمض أميني فقط (من النوع ألفا α) تدخل في تركيب البروتين.
- **كل حمض أميني يحتوي على :**
  - ❑ مجموعة أمين (NH_2).
  - ❑ مجموعة كربوكسيل (COOH) .
  - ❑ ذرة هيدروجين.
  - ❑ مجموعة طرفية تختلف من حمض إلى آخر ويرمز لها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

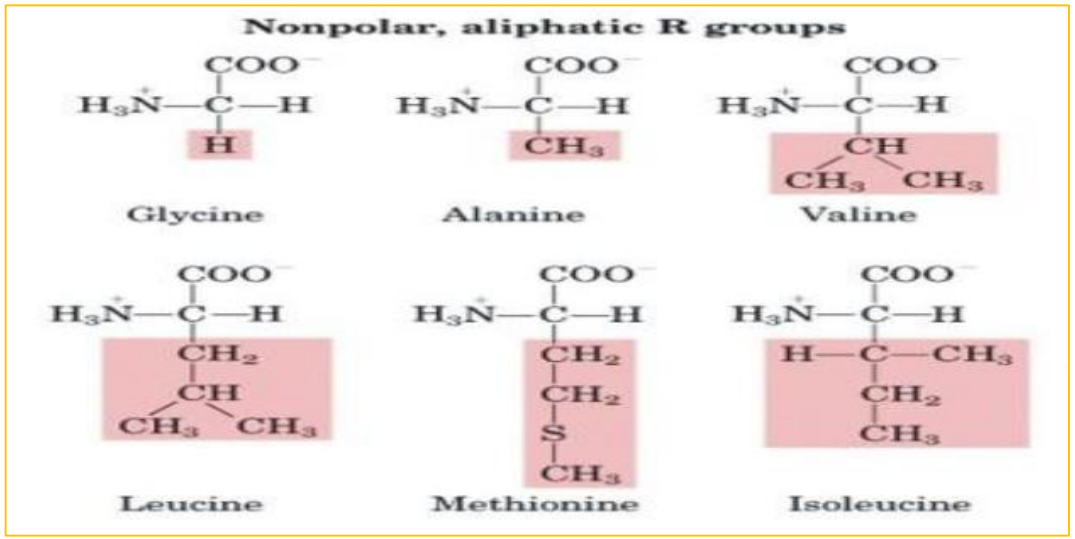
تختلف الأحماض الأمينية باختلاف المجموعة الطرفية (R-group) ولذا أمكن تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لقطبية (polarity) تلك السلاسل الجانبية في المحاليل المائية إلى:

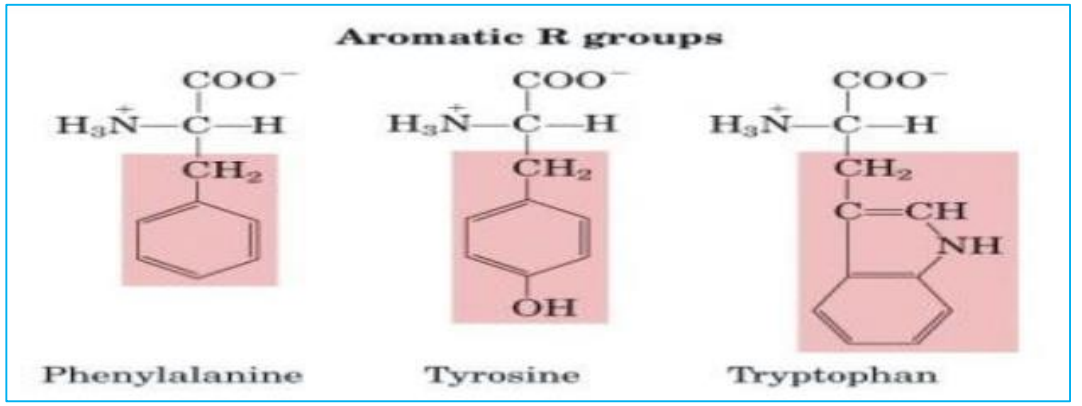


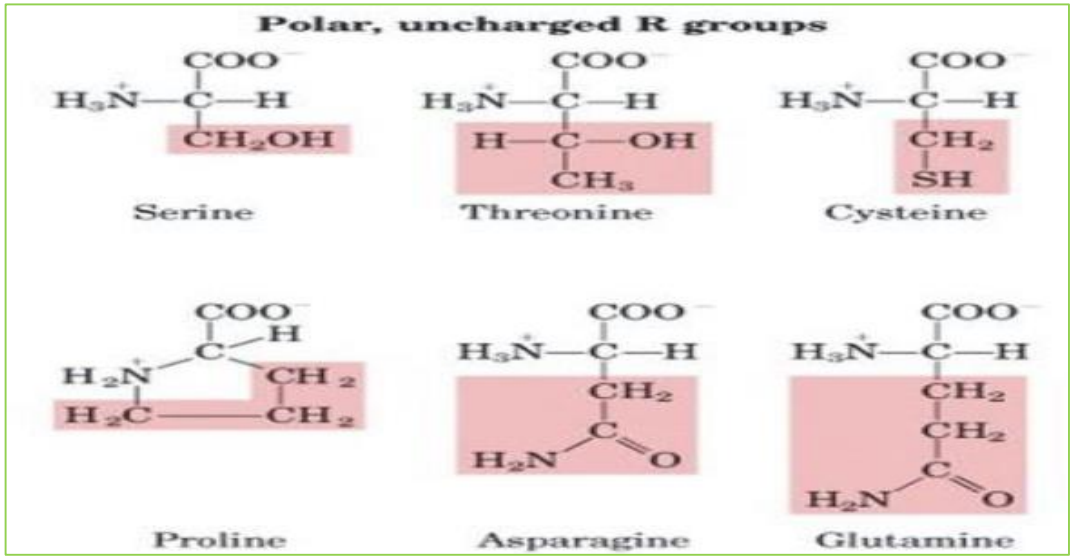
1. غير قطبية (Non polar).
2. قطبية (polar):
   1) قطبية متعادلة الشحنة (Uncharged polar).
   2) قطبية مشحونة (Charged polar) :
      أ. قطبية موجبة الشحنة (Basic polar –positively charged-).
      ب. قطبية سالبة الشحنة (Acidic polar –negatively charged-).

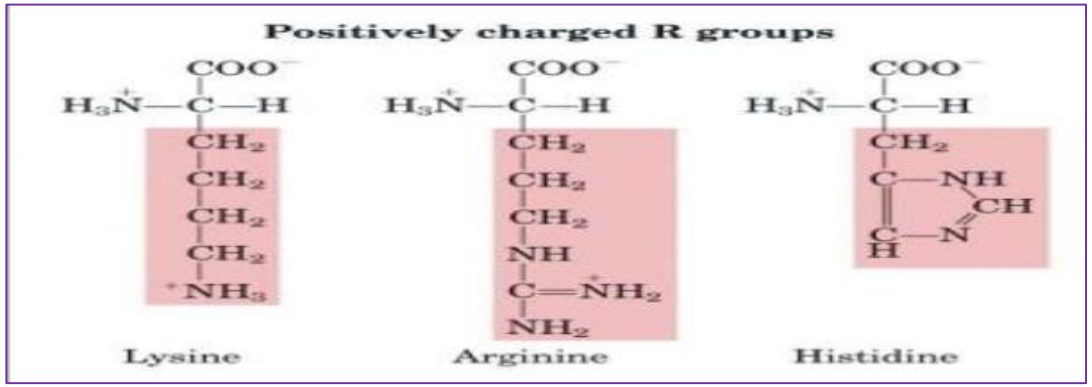


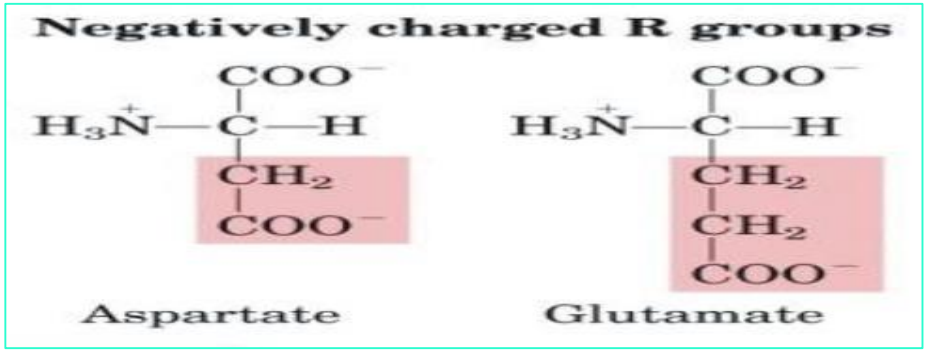
Twenty standard Amino Acids







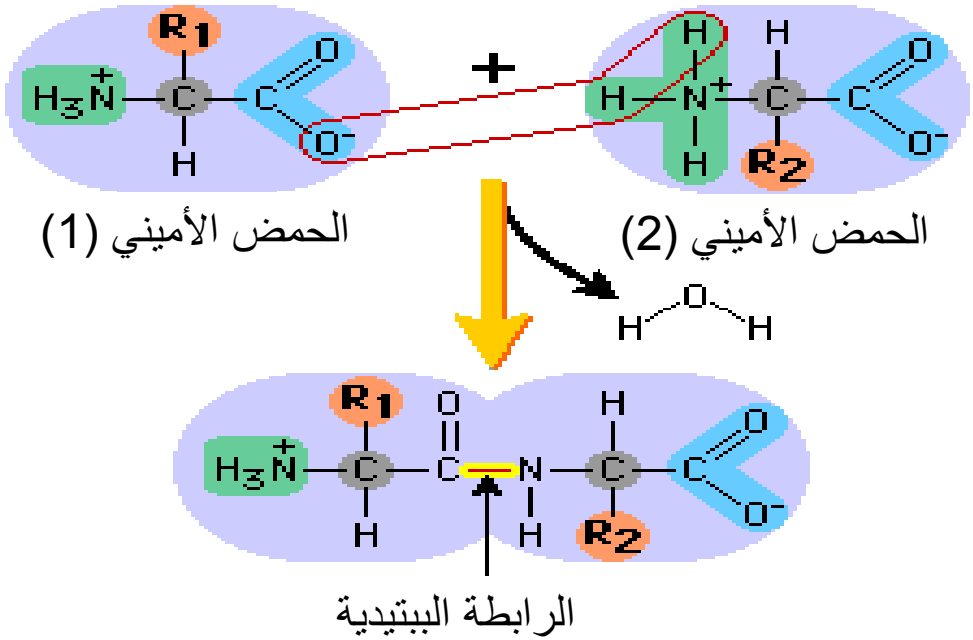




SYMBOL		
1-Letter	3-Letter	AMINO ACID
Y	Tyr	tyrosine
G	Gly	glycine
F	Phe	phenylalanine
M	Met	methionine
A	Ala	alanine
S	Ser	serine
I	Ile	isoleucine
L	Leu	leucine
T	Thr	threonine
V	Val	valine
P	Pro	proline
K	Lys	lysine
H	His	histidine
Q	Gln	glutamine
E	Glu	glutamic acid
Z	Glx	Glu and/or Gln
W	Trp	tryptophan
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):

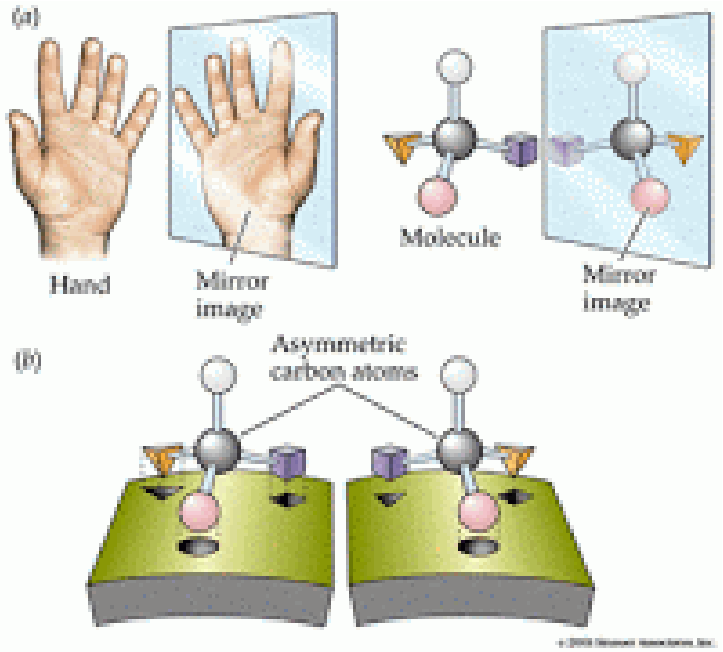
- ترتبط الأحماض الأمينية مع بعضها بروابط ببتيدية ، بتفاعل **مجموعة الكربوكسيل** لأحد الأحماض الأمينية مع **مجموعة أمين** لحمض أميني آخر و يصاحب ذلك فقدان جزئ ماء.

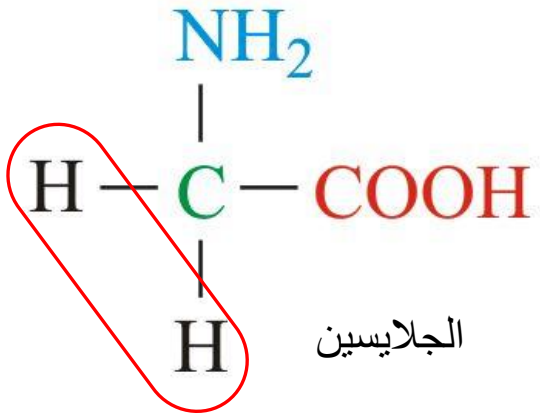


الخواص الكيميائية والفيزيائية للأحماض الأمينية

أولاً: النشاط الضوئي (Optical activity):

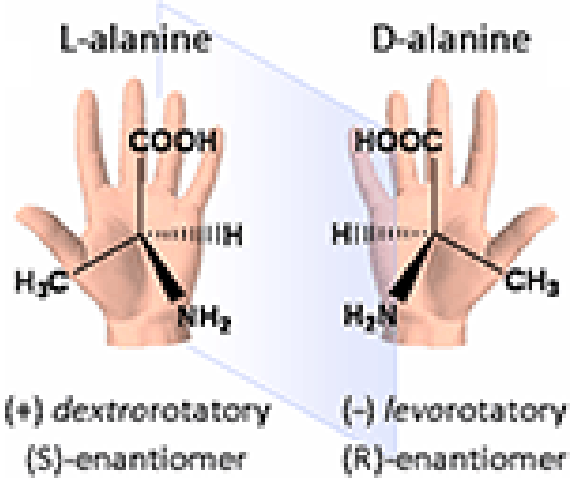
- تتميز الأحماض الأمينية بقدرتها على عمل انحراف لاتجاه الضوء المستقطب لاحتوائها جميعاً باستثناء الجلايسين (لماذا؟) على ذرة كربون غير متماثلة (asymmetrical) مرتبطة بأربع مجاميع مختلفة.





الجلايسين

- يمكن تقسيم الاحماض الامينيه تبعا لنشاطها الضوئي الى:

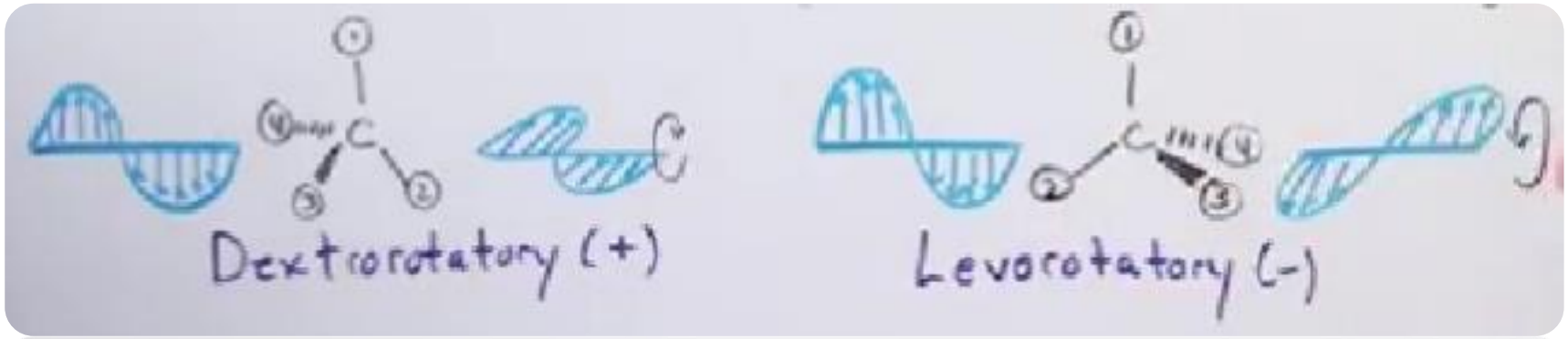


١-الأحماض الأمينية التي تسبب دوران الضوء المستقطب لليمين (مع عقارب الساعة) يسمى متناظر **أيمن الدوران** ويشار له بـ (+)

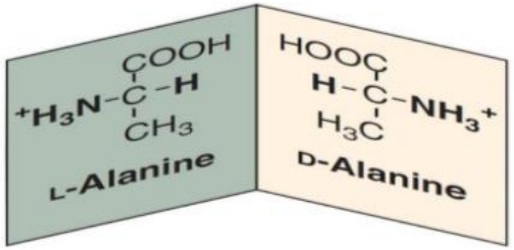
(+) - α- Alanine

٢- ما إذا قام الحمض الأميني بتدوير الضوء المستقطب لليسار (عكس عقارب الساعة) يشار له بـ (-) ويسمى **يساري الدوران**

(-) - α - Alanine



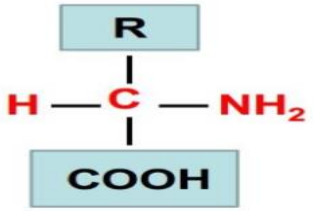
و يمكن أيضاً تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لتركيبها الفراغي:



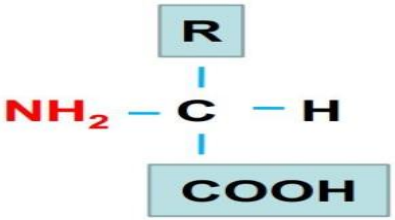
- إلى مجموعتين:

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)

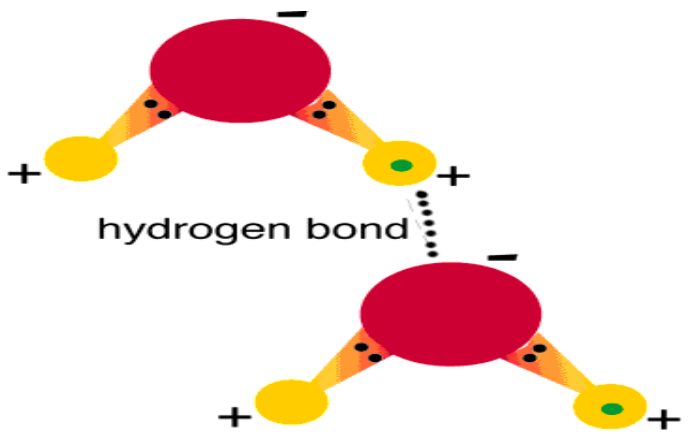


• أما إذا كانت مجموعة الأمين على **يسار** ذرة الكربون الغير متناظرة فإن الحمض الأميني يكون من النوع (L)

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.

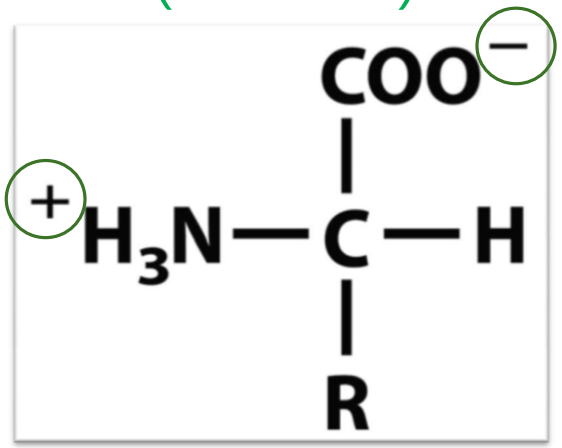


ثالثاً: الخاصية الأمفوتيرية (Amphoteric):

- 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)

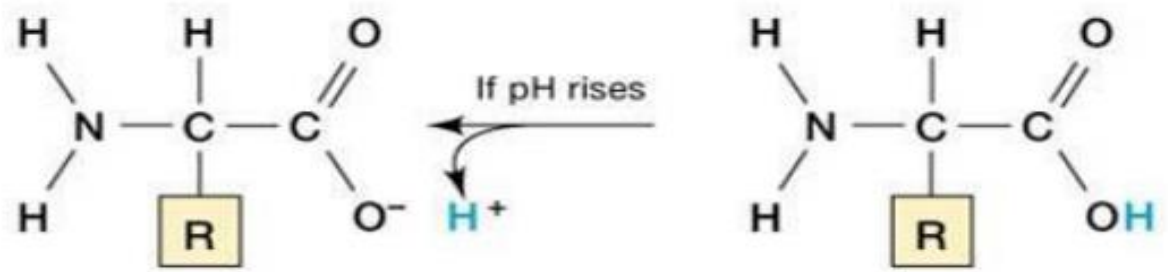


محصلة الشحنة للجزيء تساوي صفر

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

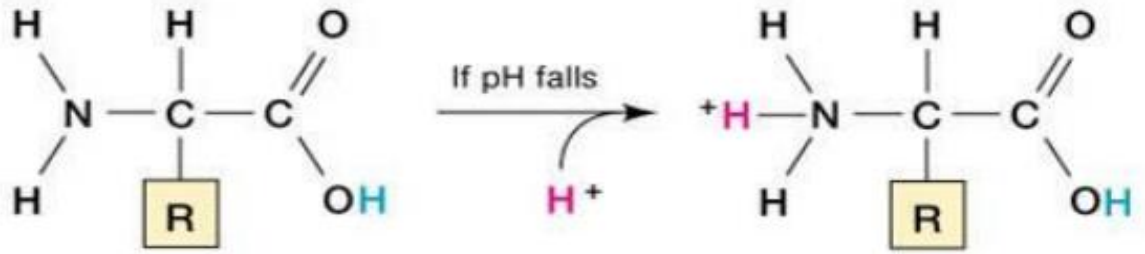
- فهي تسلك سلوك الأحماض لوجود مجموعة الكربوكسيل (COOH ➔ COO-) ، حيث تكتسب مجموعة الكربوكسيل الشحنة السالبة (COO-) لسهولة فقدها البروتون في **الوسط القاعدي.**

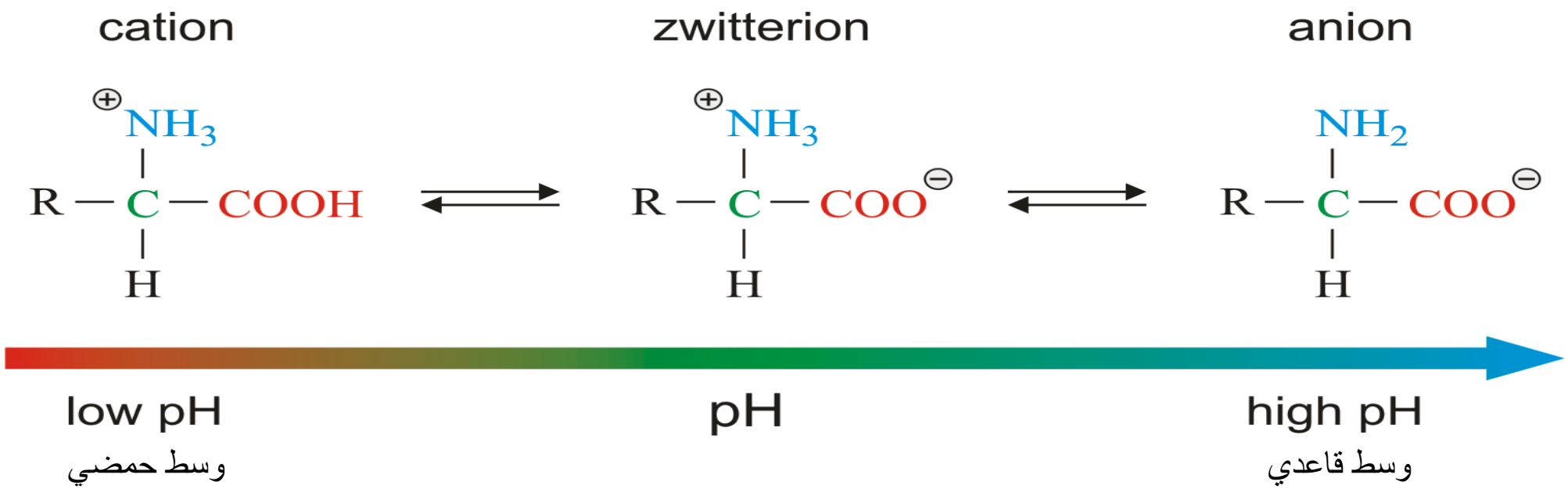
➔ **(**يحمل الحمض الأميني الشحنة السالبة في الوسط القاعدي)



- وتسلك سلوك القواعد لوجود مجموعة الأمين (NH_2 ➔ NH_3^+) ، حيث تكتسب مجموعة الأمين الشحنة الموجبة (NH_3^+) لسهولة ارتباطها بالبروتون المنفصل عن مجموعة الكربوكسيل في **الوسط الحمضي.**

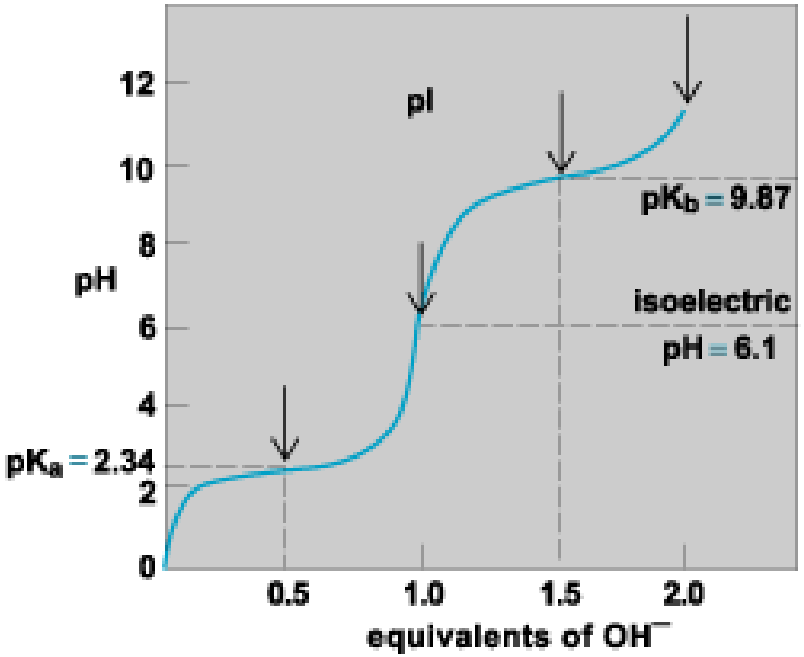
➔ **(**يحمل الحمض الأميني الشحنة الموجبة في الوسط الحمضي)





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

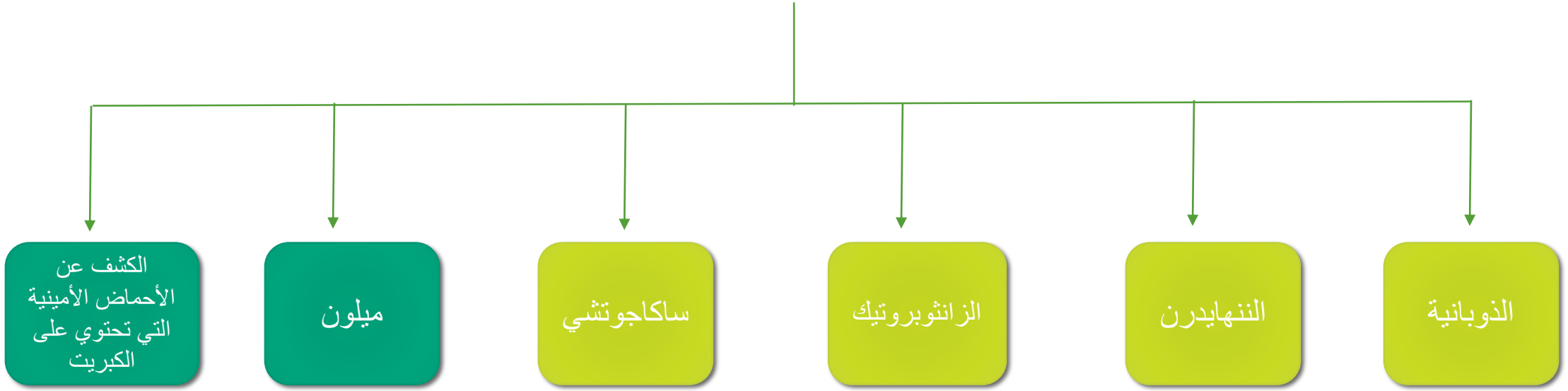
رابعاً: نقطة التعادل الكهربي ((isoelectric point (pI):



- هي قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) الذي تتساوى فيه عدد الشحنات الموجبة والسالبة على الحمض الأميني (بمعنى أن المحصلة تساوي صفر)، وعندها لا يتحرك الحمض الأميني لأي من القطبين (السالب أو الموجب) إذا وضع في مجال كهربي وبناءً عليه فإنه يترسب بسهوله 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:

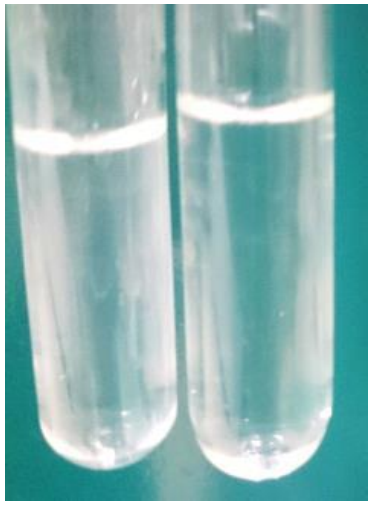
1- جهزي 4 أنابيب اختبار (لكل من الجلايسين و الأرجنين) ثم ضعي 4 مل من كل من المذيبات التالية : (ماء، كلوروفوم، هيدروكسيد الصوديوم 0.1M ، حمض الهيدروكلوريد 0.1M).

2- أضيفي 1 مل من الأحماض الأمينية.

3- دوني ملاحظاتك.

النتائج:

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



جلايسين – أرجينين + HCl

جلايسين – أرجينين + كلوروفورم

المناقشة:

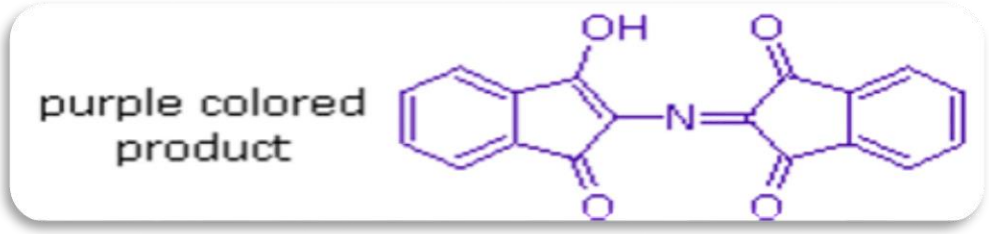
اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلتي عليها مع ذكر السبب.

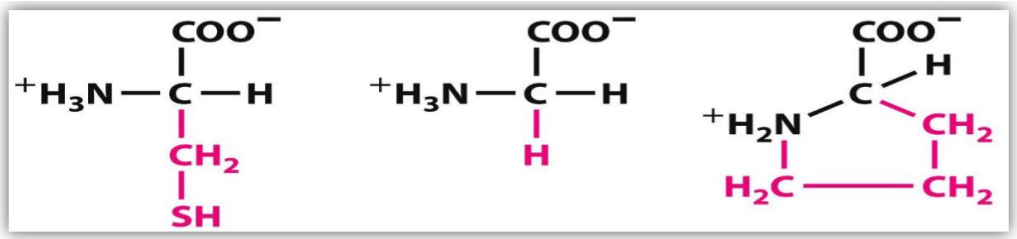
ثانياً: اختبار النينهايدرن (Ninhydrin test) :

الهدف: الكشف عن الأحماض الأمينية من النوع ألفا α .

النظرية العلمية للاختبار:

يتفاعل النينهايدرن مع جميع الأحماض الأمينية من النوع ألفا (α) المحتوية على مجموعة أمين حره (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 النهيدرين معطياً معقداً بنفسجي/أزرق اللون (blueviolet). ← **يستثنى من ذلك الحمض الأميني برولين حيث يعطي لون أصفر.**

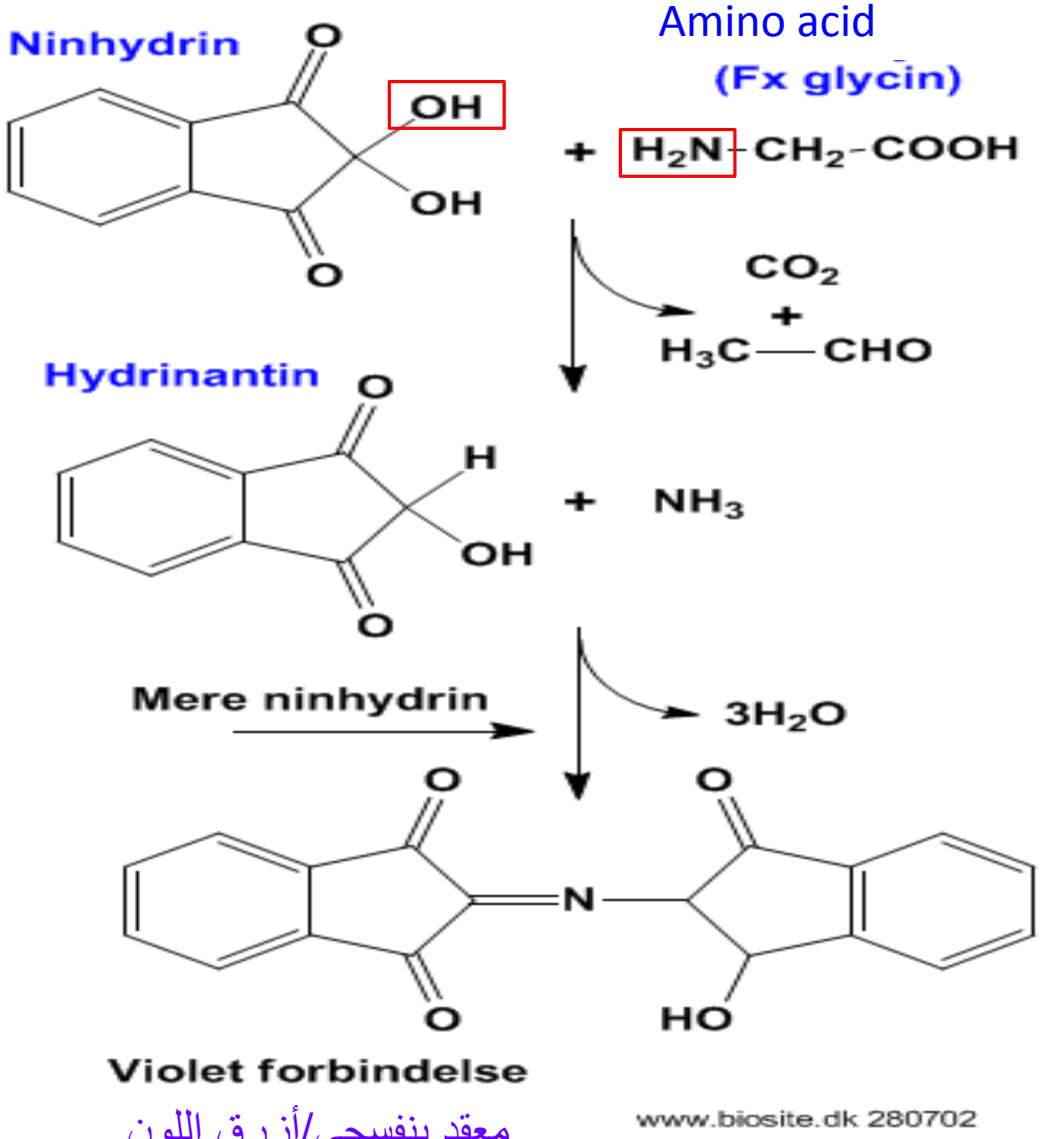




Cysteine **Glycine** **Proline**

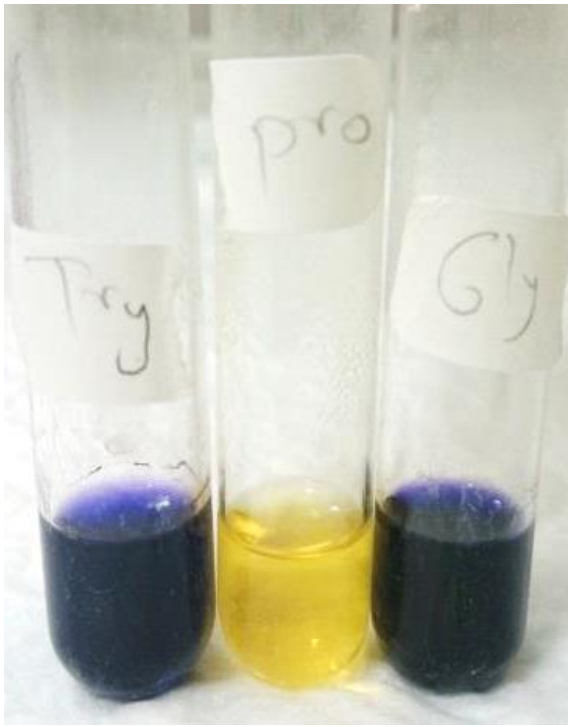
لا يمتلك مجموعة
أمين حرة مرتطبة
بذرة الكربون α

حمض أميني
Amino acid
(Fx glycin)



معقد بنفسجي/أزرق اللون

طريقة العمل:



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

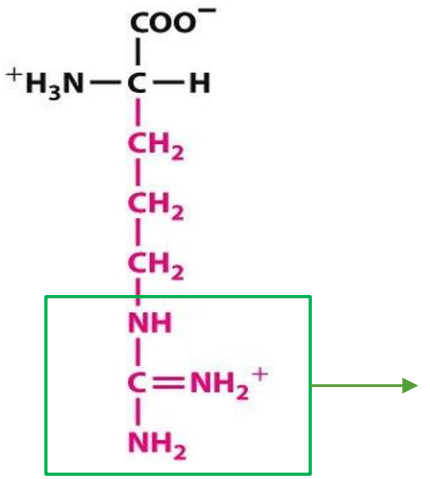
النتائج:

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

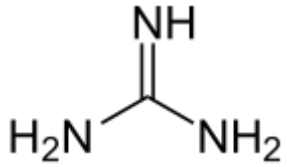
المناقشة: اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلتي عليها مع ذكر السبب.

ثالثاً: اختبار ساكاجوتشي (Sakaguchi test) :

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



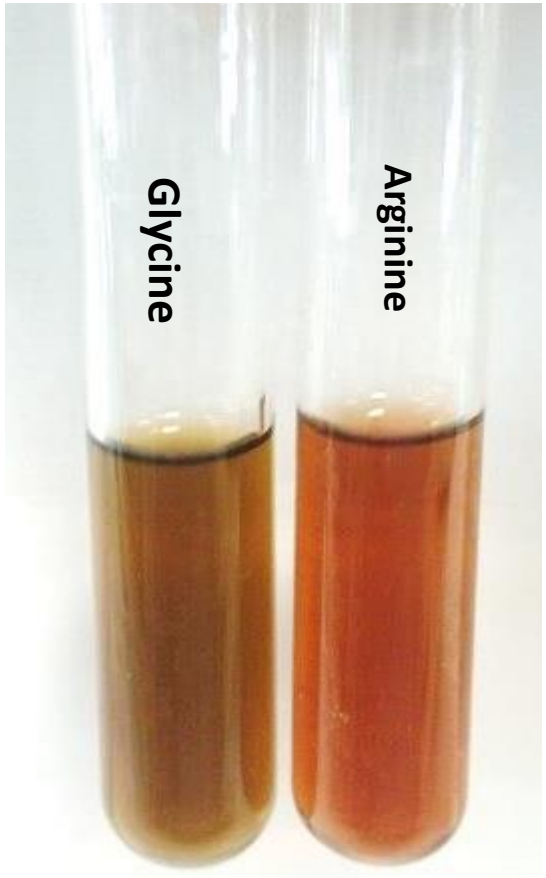
مجموعة الجوانيدين



النظرية العلمية للاختبار:

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

طريقة العمل:



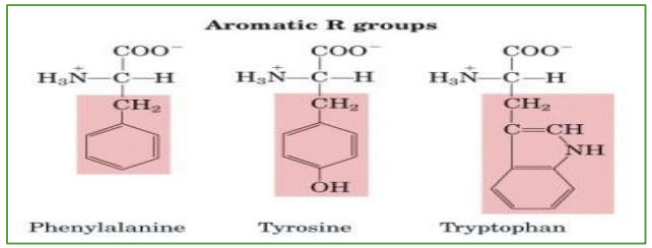
1- ضعي في أنبوبة اختبار1 مل من الجلايسين و أخرى أرجنين.
2- أضيفي 2 مل من هيدروكسيد الصوديوم المركز 10 مولار ثم رجي جيداً.
3- أضيفي 5 قطرات من ألفا- نافثول.
4- أضيفي 5 قطرات من هايبوبروميت الصوديوم (ماء البروم) ثم رجي جيداً.
ملاحظة: اللون الأحمر الغامق (نتيجة إيجابية) بينما اللون الأصفر أو البني (نتيجة سلبية).

النتائج:

الأنبوبة	الملاحظة
جلايسين (Glycine)	
أرجنين (Arginine)	

المناقشة:

اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلتي عليها مع ذكر السبب.



رابعاً: اختبار الزانثوبروتيك (Xanthoproteic test):

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

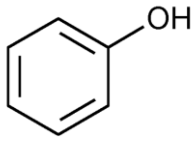
النظرية العلمية للاختبار:

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 .

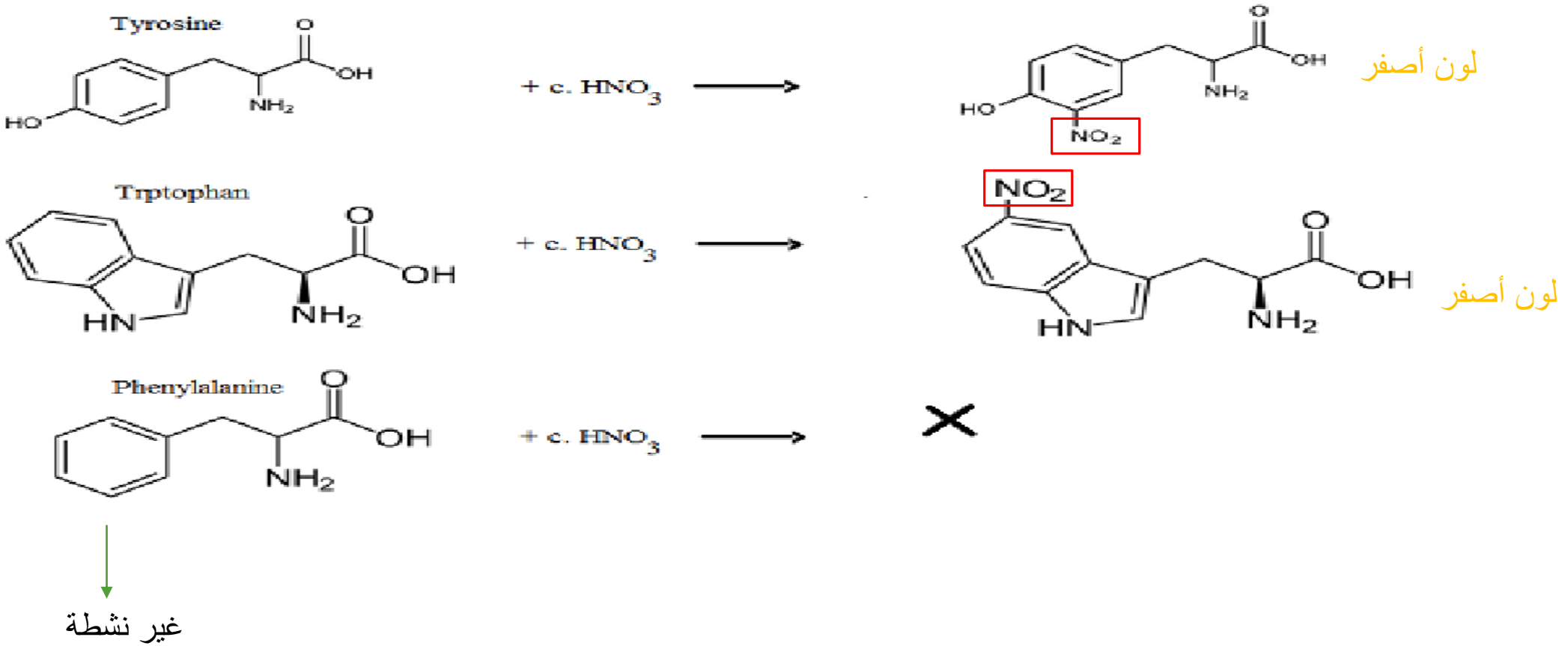
ملاحظات:

1-على الرغم من ان الفينايل ألانين (Phenylalanine) حمض اروماتي إلا أنه لا يعطي نتيجة إيجابية لأن **حلقة البنزين غير نشطة** .

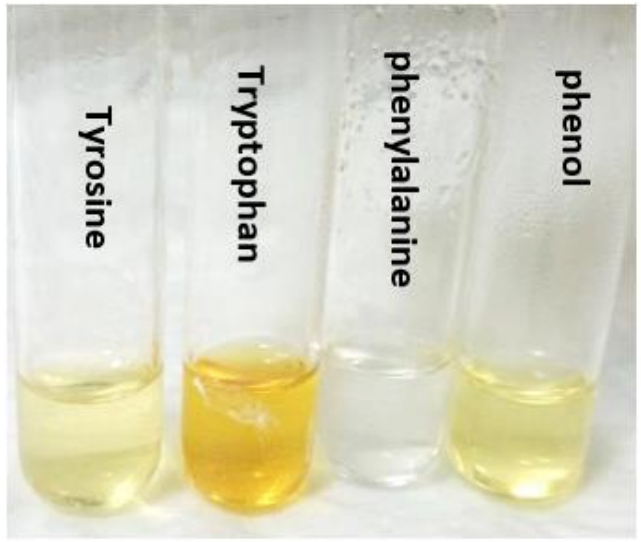
2-جميع الفينولات تعطي نتيجة إيجابية في هذا الاختبار.



عملية النيترة



طريقة العمل:



1- ضعي في كل أنبوبة اختبار3 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).
4-أضيفي 5 قطرات من هيدروكسيد الصوديوم المركز 10 مولار.
5-دوني التغيير في كل الأنبوبة .

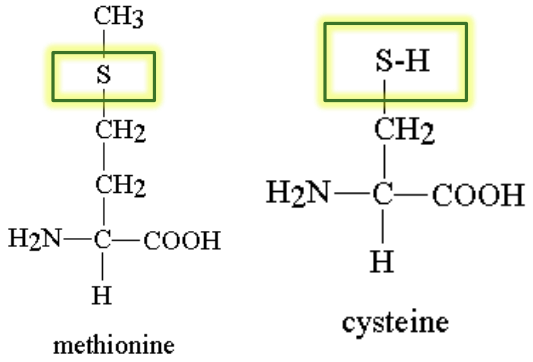
النتائج:

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

المناقشة: اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلتي عليها مع ذكر السبب.

خامساً: الكشف عن الأحماض الأمينية التي تحتوي على الكبريت:

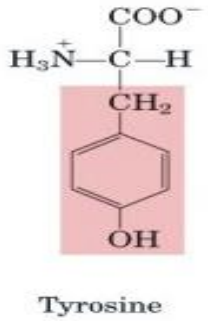
الهدف: هذا الإختبار مميز للأحماض الأمينية المحتوية على مجموعة الكبريت في المجموعة الطريفية مثل :السيستين ،الميثونين .



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.**

سادساً: اختبار ميلون (Million test):

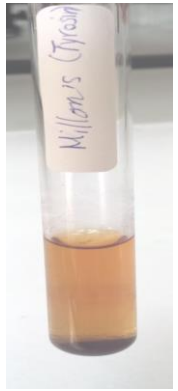


Tyrosine

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 (هوعبارة عن أيونات الزئبق مذابة في أحماض النترات) في تكون راسب بني مُحمَر من أملاح الزئبق.



ملاحظة:

هذا الكاشف إيجابي أيضاً مع مركبات الفينول.

الأسئلة:

تجربة الذوبانية:

1- قارني بين ذوبانية الأحماض الأمينية القطبية والغير قطبية في الماء. فسري الإجابة ؟

تجربة النينهايدرين:

1- ما هو الحمض الأميني الذي يعطي اللون الاصفر بدلاً من البنفسجي مع هذا الاختبار ؟ و ما هو السبب ؟

تجربة الزانثوبروتيك:

1- ما هي المجموعة الوظيفية المسئولة عن إعطاء النتيجة الإيجابية؟ وهل تقتصر هذه النتيجة على الأحماض الأمينية؟ ولماذا؟

تجربة ساكاجوتشي:

1- أكتبي الصيغة البنائية للحمض الأميني الذي يعطي نتيجة إيجابية مع هذا الاختبار؟