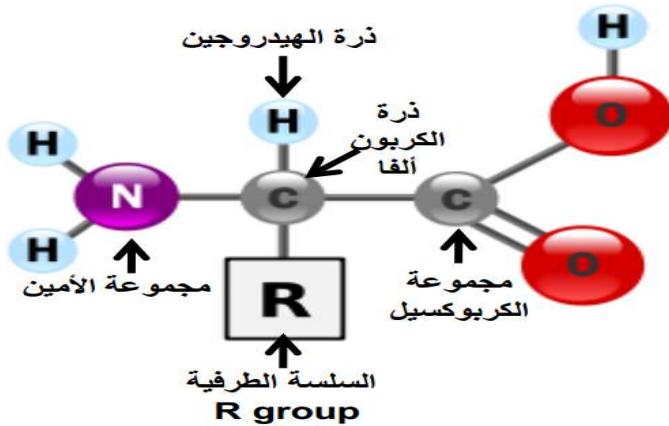


(2)  
الأحماض الأمينية  
Amino acids

---

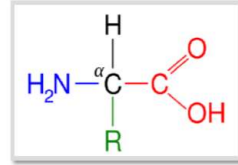
## ما هي الأحماض الأمينية (amino acids) ؟

الصيغة العامة لتكوين الأحماض الأمينية



- الأحماض الأمينية هي الوحدات الأساسية (building block) لبناء البروتينات.
- هناك عشرون حمض أميني فقط ( من النوع ألفا  $\alpha$  ) 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):

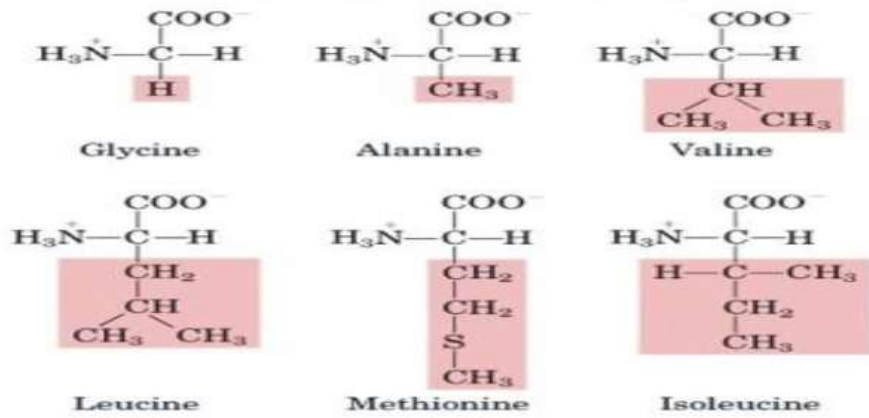
أ. قطبية موجبة الشحنة (Basic polar –positively charged-).

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

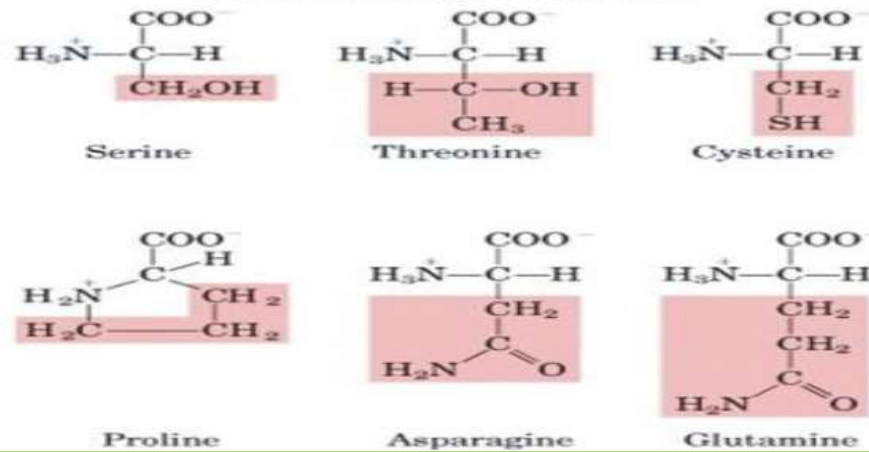


# Twenty standard Amino Acids

## Nonpolar, aliphatic R groups



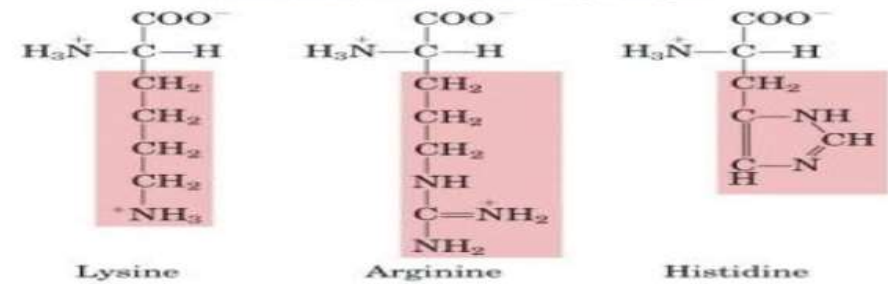
## Polar, uncharged R groups



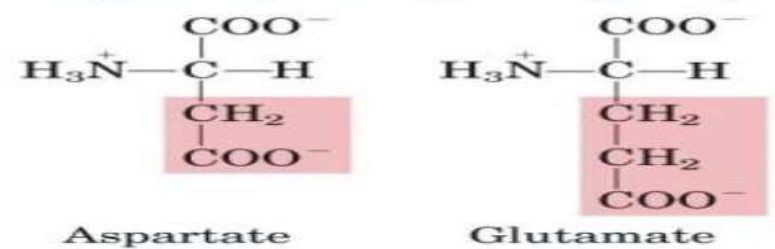
## Aromatic R groups



## Positively charged R groups



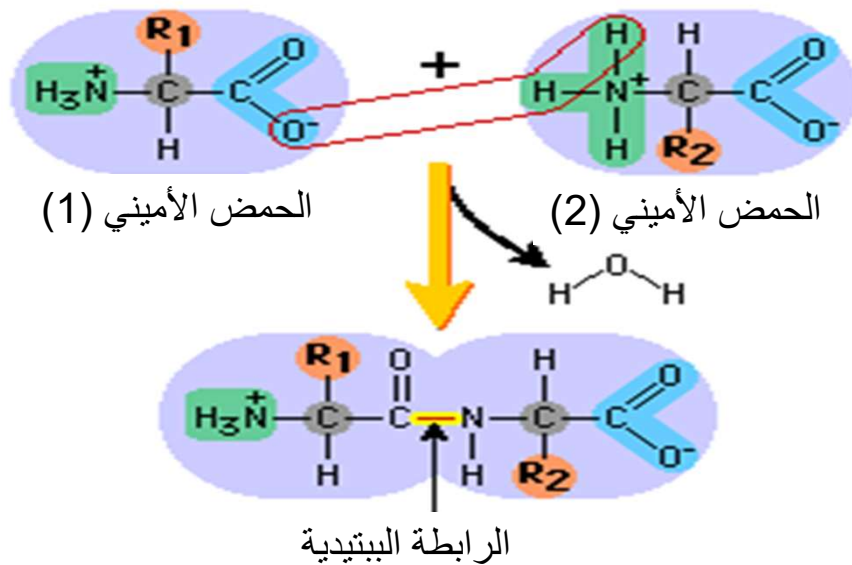
## Negatively charged R groups



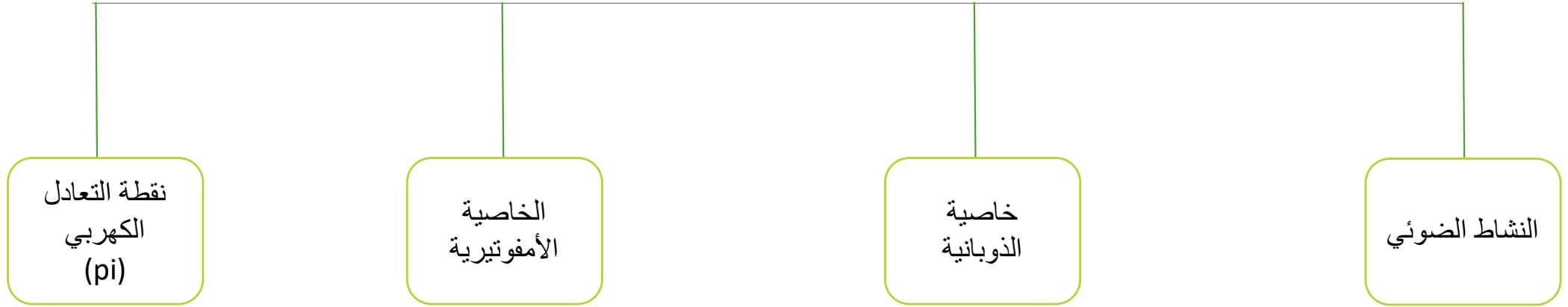
| <b>SYMBOL</b>   |                 | <b>AMINO ACID</b> |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| <b>1-Letter</b> | <b>3-Letter</b> |                   |
| Y               | Tyr             | tyrosine          |
| G               | Gly             | glycine           |
| F               | 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.

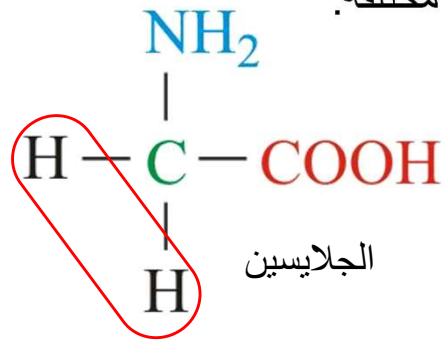


## الخواص الكيميائية والفيزيائية للأحماض الأمينية



## 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.



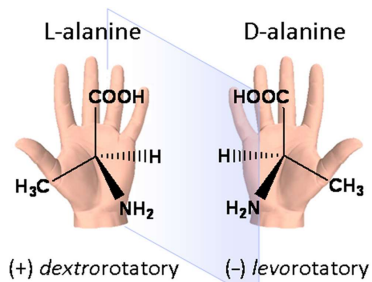
- يمكن تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لنشاطها الضوئي إلى:

1. الأحماض الأمينية التي تسبب دوران الضوء المستقطب لليمين:

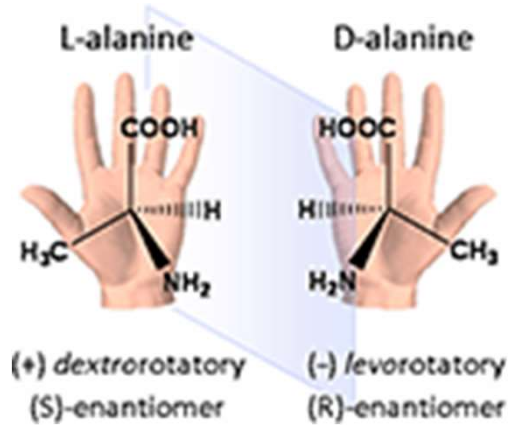
يسمى متناظر **أيمن الدوران** و يشار له بـ (+) مثال ذلك: **-α-Alanine (+)**

2. الأحماض الأمينية التي تسبب دوران الضوء المستقطب لليسار:

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



• يمكن تقسيم الأحماض الأمينية تبعاً لنشاطها الضوئي إلى:

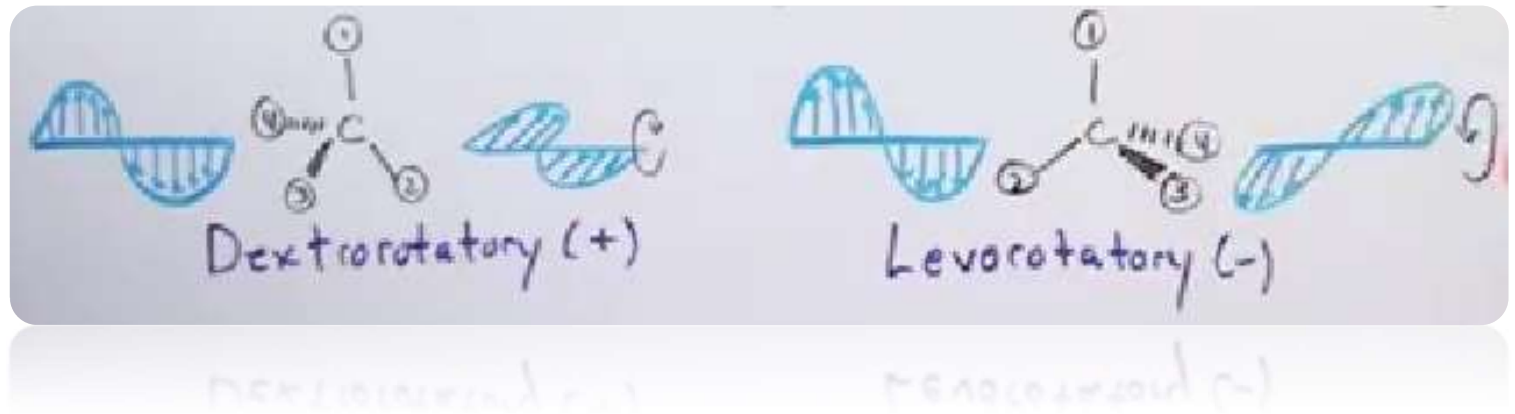


١- الأحماض الأمينية التي تسبب دوران الضوء المستقطب لليمين ( مع عقارب الساعة )  
 يسمى متناظر أيمن الدوران ويشار له بـ ( + )

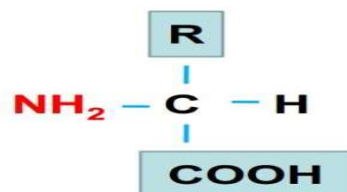
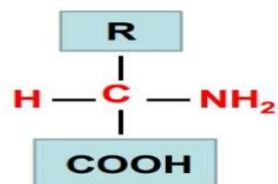
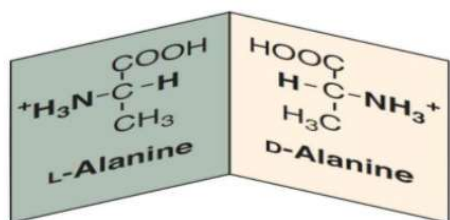
### (+) - α - Alanine

٢- ما إذا قام الحمض الأميني بتدوير الضوء المستقطب للييسار (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).

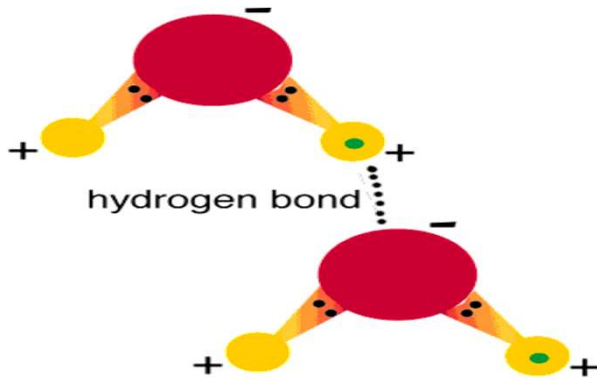
• إذا كانت مجموعة الأمين على **يمين** ذرة الكربون الغير متناظرة فإن الحمض الأميني يكون من النوع (D)

• 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):

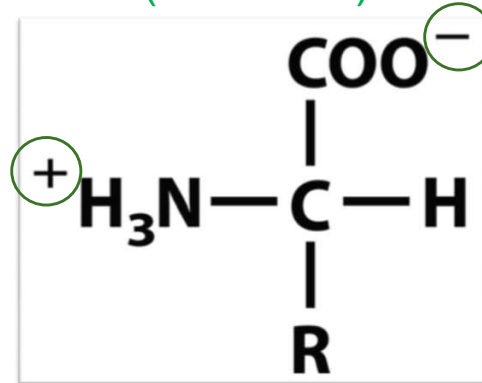
- تتميز الأحماض الأمينية القطبية بكونها أكثر ذوباناً في الماء من الأحماض الأمينية الغير قطبية و يعود ذلك إلى أن المجاميع الطرفية (R) عبارة عن مجاميع قادرة على تكوين روابط هيدروجينية مع الماء.



## ثالثاً: الخاصية الأمفوتيرية (Amphoteric):

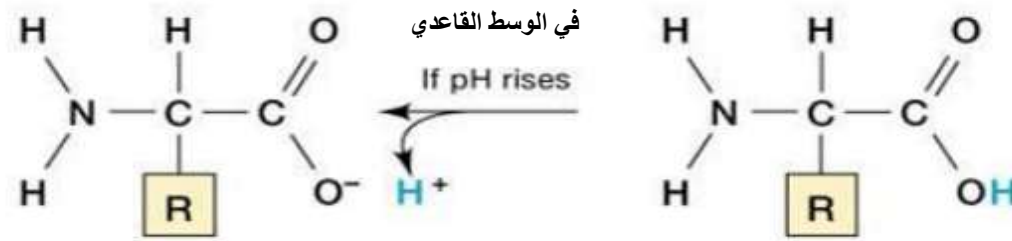
- جميع الأحماض الأمينية تتميز بالخاصية الأمفوتيرية.
- أي أنها عندما تذوب في الماء فإنها تحمل شحنتين (شحنة موجبة وأخرى سالبة) مكونة ما يسمى بالأيون مزدوج الشحنة (Zwitterion) ، في الأوساط المتعادلة.

الأيون مزدوج الشحنة  
(zwitterion)

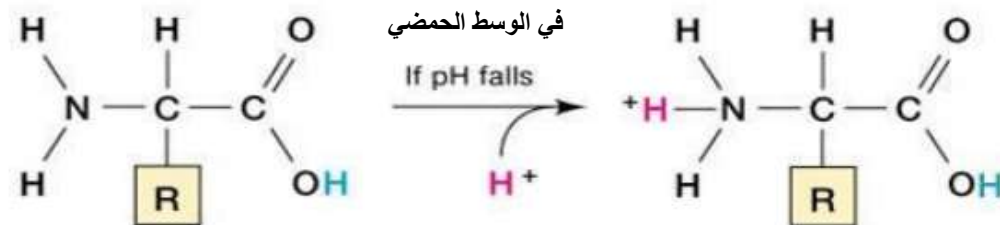


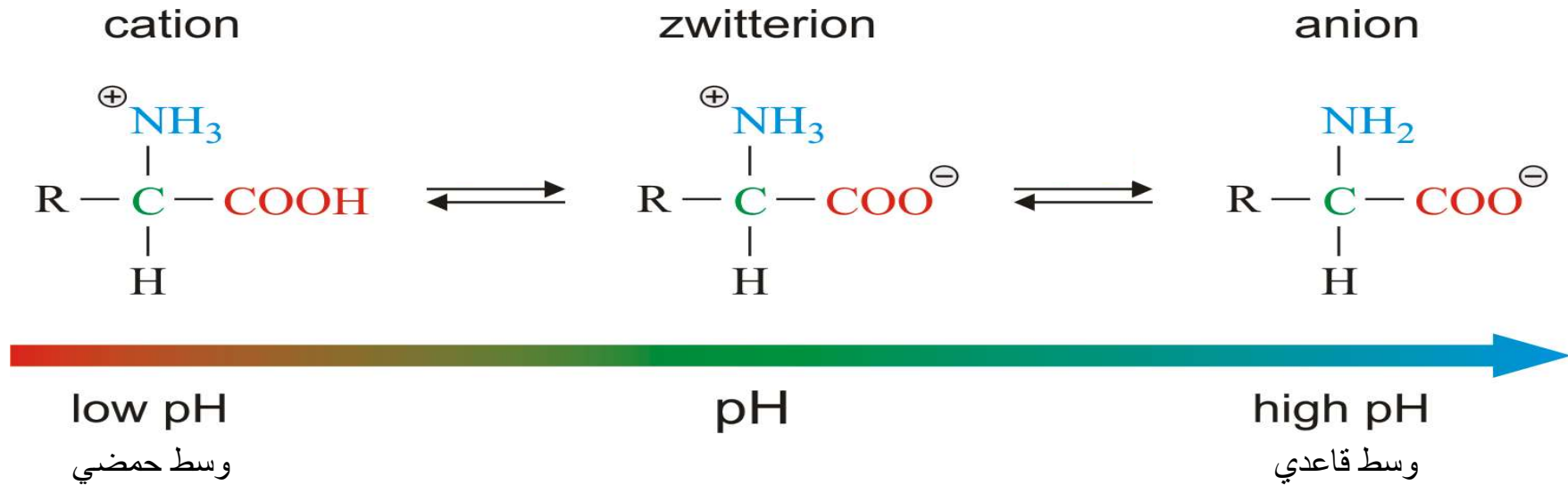
محصلة الشحنة للجزيء تساوي صفر

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



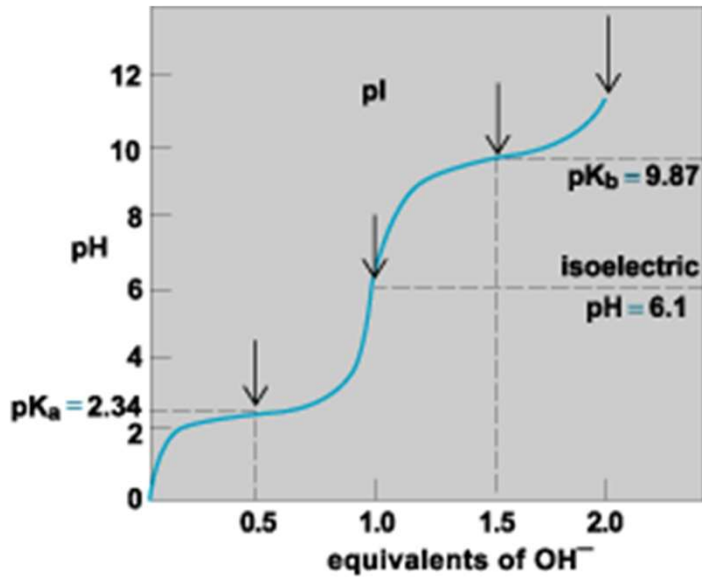
- وتتسلك سلوك القواعد لوجود مجموعة الأمين ( $\text{NH}_2 \rightarrow \text{NH}_3^+$ ) ، حيث تكتسب مجموعة الأمين الشحنة الموجبة ( $\text{NH}_3^+$ ) لسهولة ارتباطها بالبروتون المنفصل عن مجموعة الكربوكسيل في الوسط الحمضي.  
 ← (يحمل الحمض الأميني الشحنة الموجبة في الوسط الحمضي).



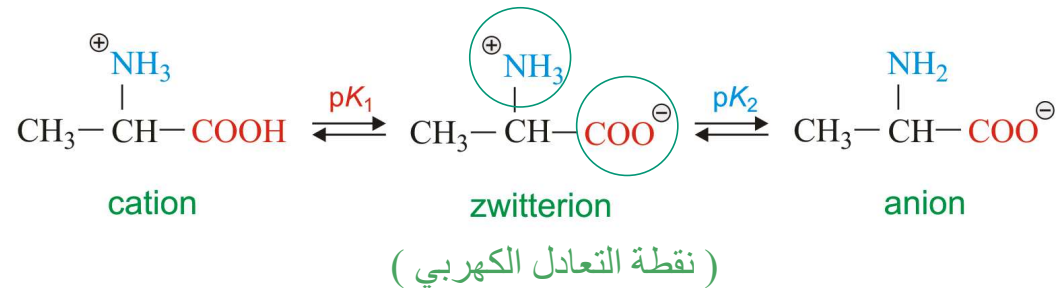


- وبناءً على ذلك فإن تغيير الرقم الهيدروجيني للوسط الذي يوجد في الحمض الأميني يؤدي إلى تغيير محصلة الشحنات عليه ، وبالتالي على حركته في المجال الكهربائي.

## رابعاً: نقطة التعادل الكهربائي ( isoelectric point (pI):



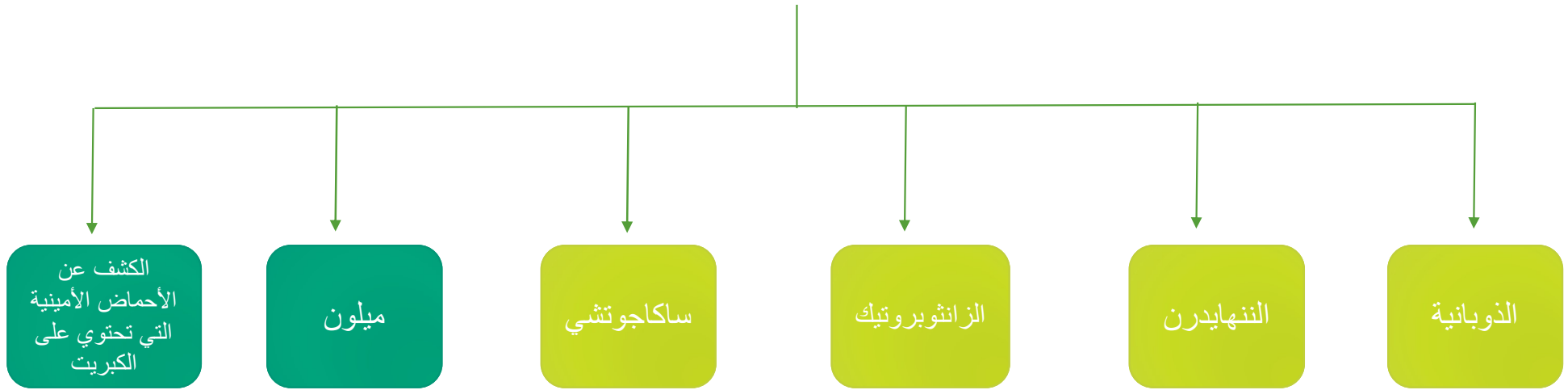
- هي قيمة الرقم الهيدروجيني (pH) الذي تتساوى فيه عدد الشحنات الموجبة والسالبة على الحمض الأميني ( بمعنى أن المحصلة تساوي صفر)، وعندها لا يتحرك الحمض الأميني لأي من القطبين (السالب أو الموجب) إذا وضع في مجال كهربائي وبناءً عليه فإنه يترسب بسهولة عند هذه الدرجة.



# 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 ( $\text{NH}_3^+$ ) و الحمضية ( $\text{COO}^-$ ) تسهل ذوبان الأحماض الأمينية في القواعد و الأحماض. ← المذيبات تذيب اشباهها.



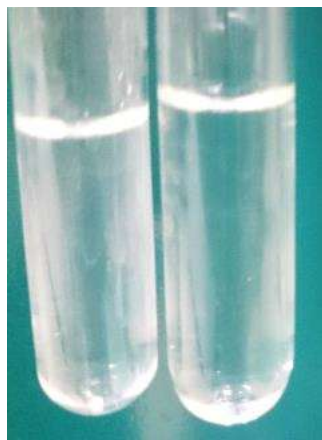
### طريقة العمل:

- 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 - أرجنين + كلوروفوم



جلايسين - أرجنين + HCl

| أرجنين | جلايسين | المذيب                  |
|--------|---------|-------------------------|
|        |         | الماء                   |
|        |         | كلوروفوم                |
|        |         | هيدروكسيد الصوديوم 0.1M |
|        |         | حمض الهيدروكلوريد 0.1M  |

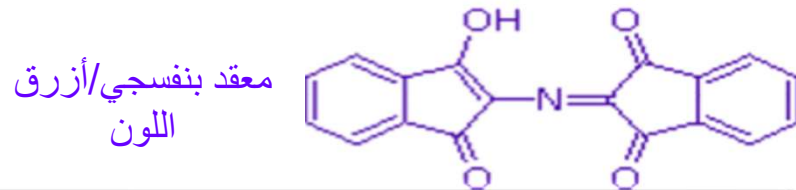
**المناقشة:** اكتب تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب في اختلاف الذوبانية بين المذيبات.

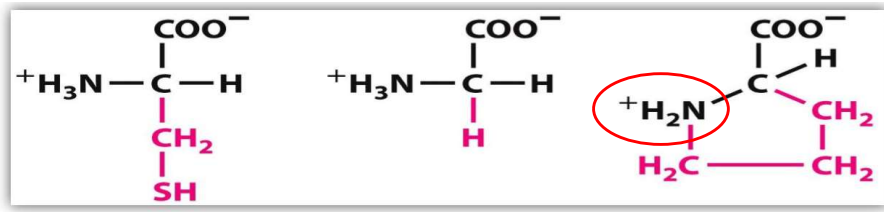
## ثانياً: اختبار الننهايدرن (Ninhydrin test) :

**الهدف:** الكشف عن الأحماض الأمينية من النوع ألفا  $\alpha$  .

**النظرية العلمية للاختبار:**

يتفاعل الننهايدرن مع جميع الأحماض الأمينية من النوع ألفا ( $\alpha$ ) المحتوية على مجموعة أمين حرة ( حيث أن مجموعة الأمين مرتبطة بذرة الكربون  $\alpha$ ) 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 لون أصفر.



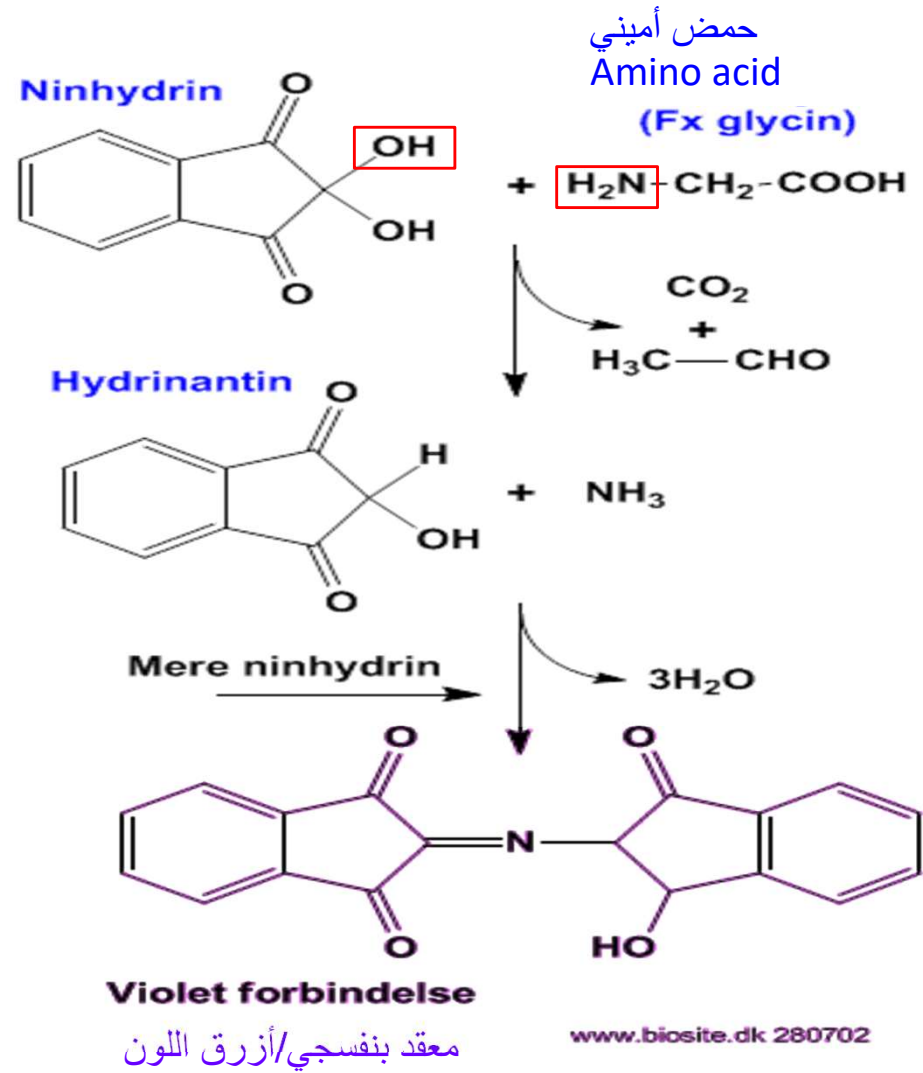
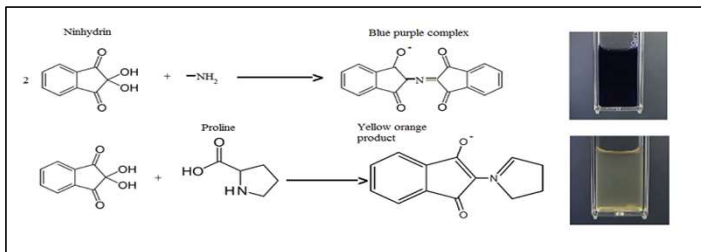


Cysteine

Glycine

Proline

لا يمتلك مجموعة أمين حرة مرتبطة بذرة الكربون  $\alpha$  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:



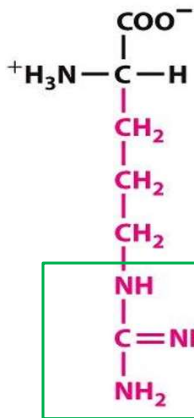
+ + +

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

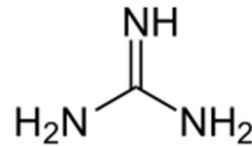
**المناقشة:** اکتبي تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذکر السبب للألوان المختلفة.

## ثالثاً: اختبار ساكاجوتشي (Sakaguchi test) :

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



مجموعة الجوانيديين



**النظرية العلمية للاختبار:**

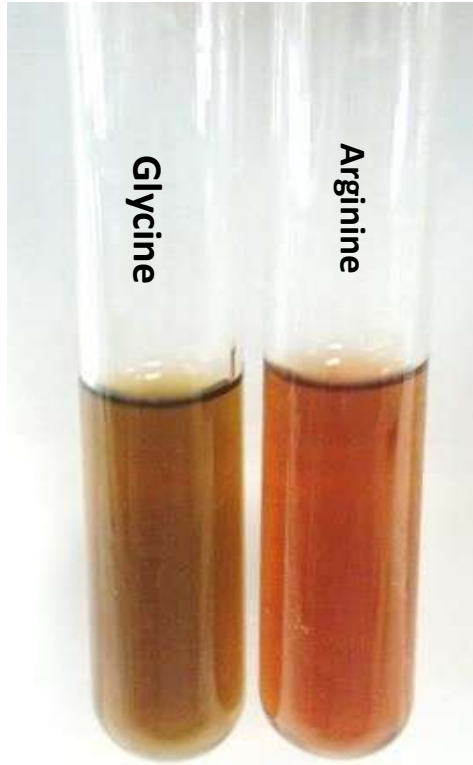
تتفاعل مجموعة الجوانيديين الموجودة في حمض الأرجنين مع ألفا-نافتول في وجود الهيبوبرومايت (ماء البروم) كعامل مؤكسد فيعطي معقد ذو لون أحمر غامق يدل على وجود هذه المجموعة وبالتالي وجود الحمض الأميني Arginine.

## 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- نافتول.
  - 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 | +        |

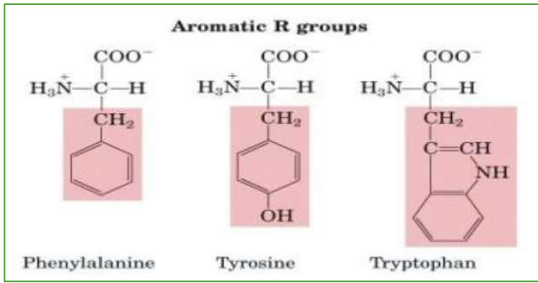


- +

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

## رابعاً: اختبار الزانثوبروتييك (Xanthoproteic test):

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

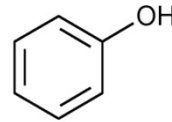


### **النظرية العلمية للاختبار:**

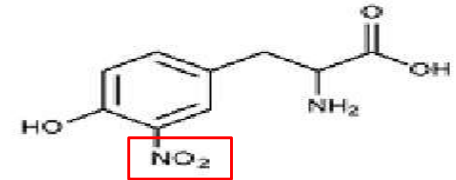
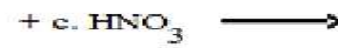
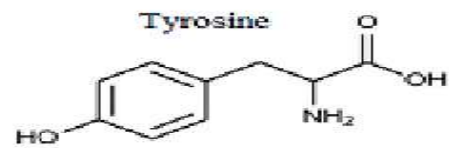
تتفاعل الأحماض الأمينية العطرية المحتوية على حلقة بنزين مع حمض النيتريك المركز ( $\text{HNO}_3$ ) عند درجات حرارة عالية مانحاً إياه مجموعة ( $\text{NO}_2$ ) ترتبط مع حلقة البنزين، وتسمى هذه العملية النيترة (Nitration) التي ينتج عنها ظهور لون أصفر واضح .

### **ملاحظات:**

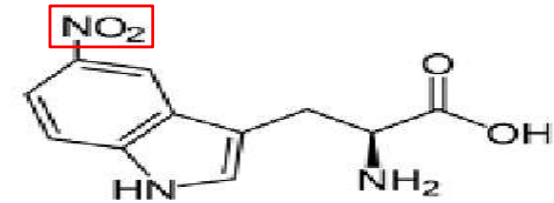
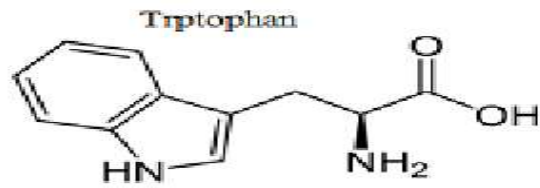
1. على الرغم من ان الفينيل ألانين (Phenylalanine) حمض أروماتي إلا أنه لا يعطي نتيجة إيجابية لأن **حلقة البنزين غير نشطة** .
2. جميع الفينولات تعطي نتيجة إيجابية في هذا الاختبار.



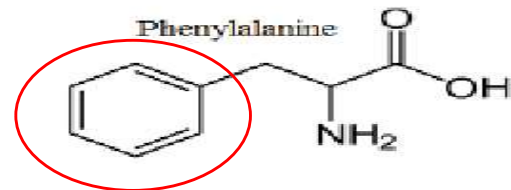
## عملية النيترة



لون أصفر



لون أصفر



X

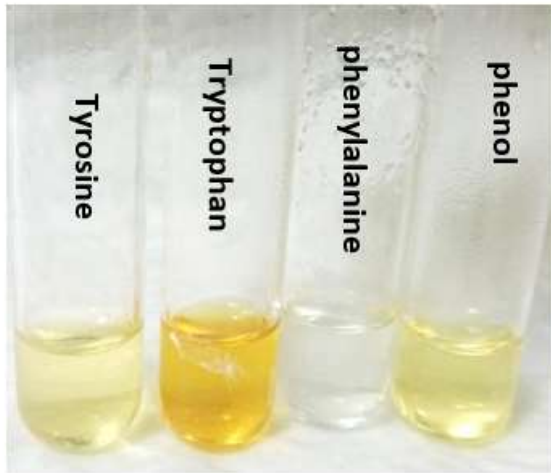
غير نشطة

## طريقة العمل:



- 1- ضعي في كل أنبوبة اختبار 3 مل من التايروسين، فينائل 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:

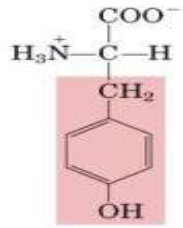


+ + - +

| الأنبوبة                      | الملاحظة بعد إضافة الحمض |
|-------------------------------|--------------------------|
| (Tyrosine) تايروسين           |                          |
| (Tryptophan) تربتوفان         |                          |
| (Phenylalanine) فينائل 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 مُحمر** من أملاح الزئبق.

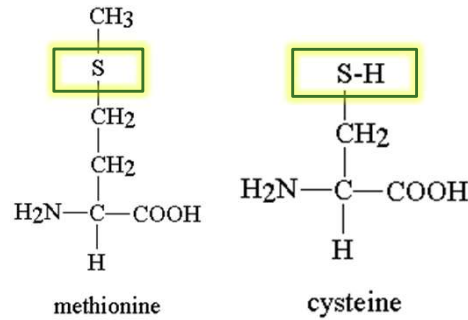


**ملاحظة:**

هذا الكاشف إيجابي أيضاً مع مركبات الفينول.

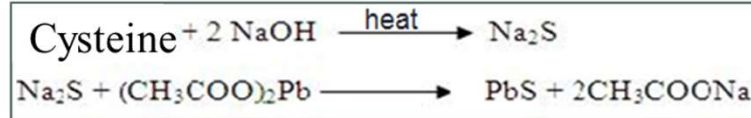
## سادساً: الكشف عن الأحماض الأمينية التي تحتوي على الكبريت:

**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 إلى كبريت غير عضوي و الذي يتفاعل مع أسيتات الرصاص معطياً راسب أسود من كبريتيد الرصاص.



## الأسئلة:

### تجربة الذوبانية:

1- لماذا تذوب الأحماض الأمينية القطبية في الماء أكثر من الأحماض الأمينية الغير قطبية؟

### تجربة الننهايدرين:

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

### تجربة الزانثوبروتيك:

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

### تجربة ساكاجوتشى:

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

## الأسئلة:

1. لماذا تذوب الأحماض الأمينية القطبية في الماء أكثر من الأحماض الأمينية الغير قطبية؟
2. ما هو الحمض الأميني الذي يعطي اللون الاصفر بدلاً من البنفسجي في اختبار الننهايدرين؟ و ما هو السبب؟ وهل هي نتيجة إيجابية؟
3. ما هي المجموعة الوظيفية المسؤولة عن إعطاء النتيجة الإيجابية في اختبار الزانثوبروتيك؟ وهل تقتصر هذه النتيجة على الأحماض الأمينية؟ ولماذا؟
4. كيف يمكن الكشف عن التايروزين؟

...انتهى بحمد الله