



## المحاضرة الثامنة

# الحموض الأمينية



الكيمياء الحيوية لطب الأسنان - ١  
السنة الاولى

الدكتور غياث سمينه [ghiathsum@gmail.com](mailto:ghiathsum@gmail.com)

# الاهمية الطبية للحموض الأمينية

- طعام البشر يجب أن يحوي كميات كافية من الحموض الأمينية **ألفا امينو الأساسية**، التي لا نستطيع اصطناعها بكميات كافية لنمو الطفل أو الحفاظ على صحة البالغ .
- تكوّن الحموض الأمينية بروتينات تقوم بوظائف متعددة (بنيوية ، هرمونية، تحفيزية ) وهي أدوار أساسية في البدن .
- توجد عيوب وراثية في استقلاب الحموض الأمينية تؤدي إلى أمراض شديدة ، وهي أمراض وراثية نادرة ، تتعلق بتدرّك الحموض الأمينية مثل بيلة الفينيل كيتون، تعطي **اضطرابات في نقل** بعض انواع الحموض الامينية إلى داخل الخلايا، وهي اضطرابات وراثية ، تنعكس في طرح الحمض الأميني المعني في البول، ولذلك تسمى بيلات الحموض الأمينية **amino acid urias** .
- **تشارك الحموض الأمينية** بالإضافة إلى دخولها في البروتينات **في وظائف داخل الخلية** وهي : **النقل العصبي، تنظيم نمو الخلايا، التركيب الحيوي لكل من البورفيرينات، البورينات، البريميدينات، البولة.**
- الشريحة التالية توضح المستقلبات التي تعطيها بعض الحموض الامينية

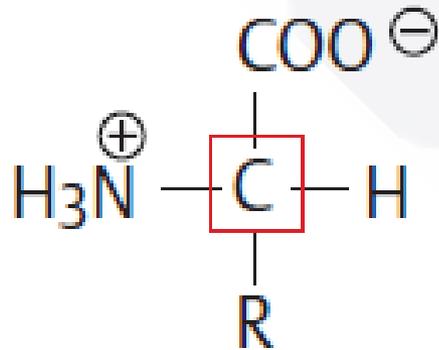
# Amino Acid Metabolites

## بعض الحموض الامينية ومستقلباتها

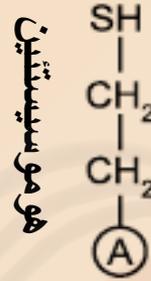
<u>Function</u> الأدوار الحيوية	<u>Metabolites</u> المستقلبات	<u>Amino Acid</u> الحموض الامينية
Vasodilation توسيع أوعية	Histamine هستامين	Histidine هستيدين
Iodine carrier حامل لليود	Thyroxine (T4,T3) تايروكسين	Tyrosine تايروزين
Hormone(s) هرمون	Nor/Epinephrine نور/ابينيفرين	
ناقل عصبي	DOPA دوبا	
Neurotransmitter ناقل عصبي	Dopamine دوبامين	
Neurotransmitter	Serotonin سيروتونين	Tryptophan
Pigment صبغة	Melatonin ميلاتونين	تربتوفان
فيتامين	نياسين	

بعض الحموض الامينية  
ومستقلباتها التي تلعب دورا  
نشطاً في الخلية .

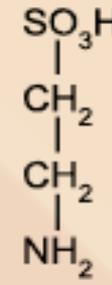
R = A الجزء المشترك للحموض الامينية



Homocysteine



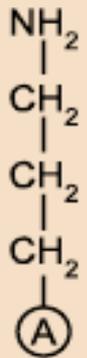
Taurine



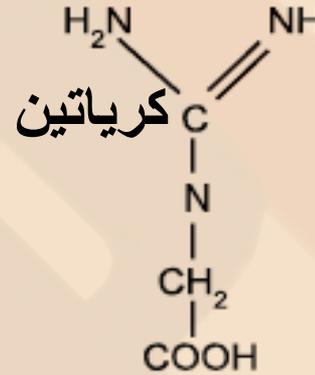
تورين

اورنيئين

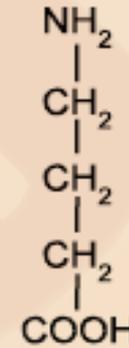
Ornithine



Creatine

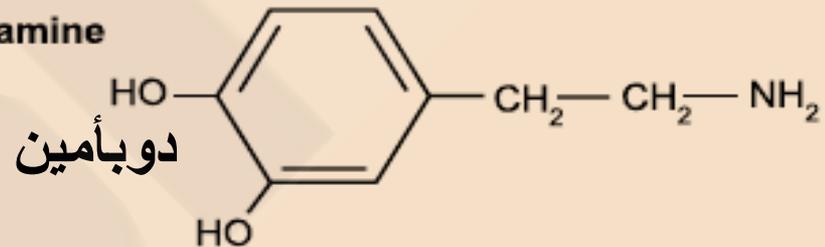


γ-Amino butyric acid

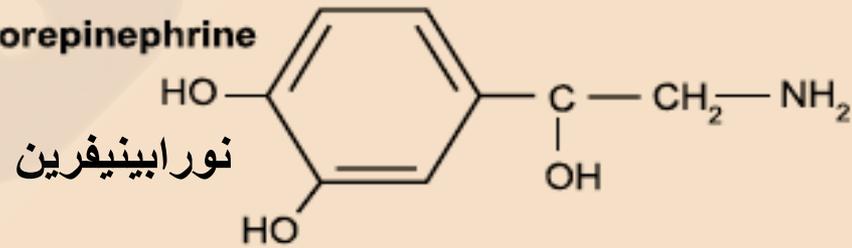


حمض جاما  
امينوبيوتريك

Dopamine



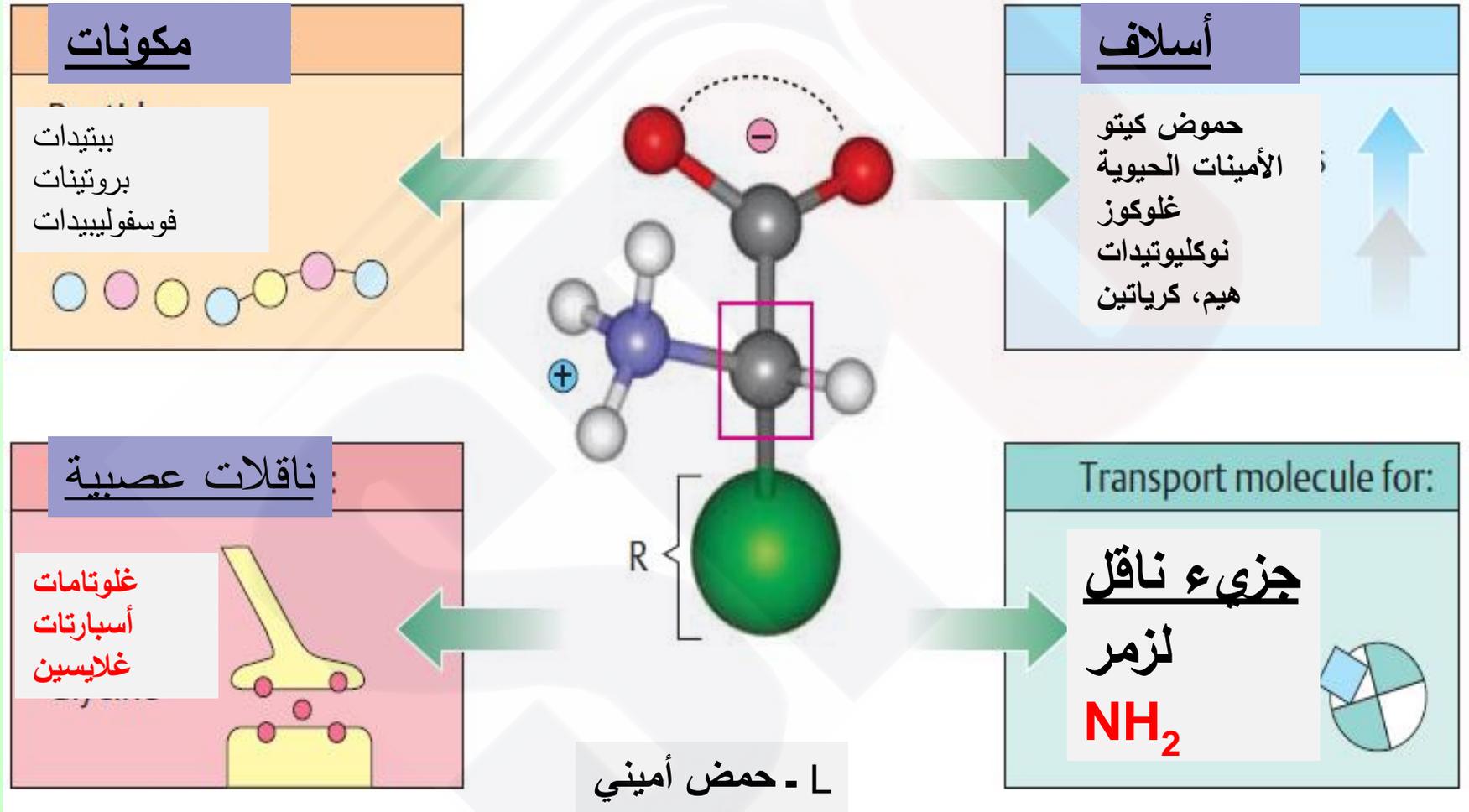
Norepinephrine



# تساهم الحموض الأمينية في اصطناع الكثير من المركبات الحيوية

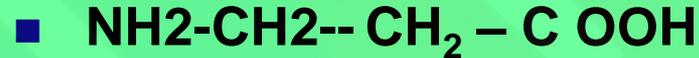
<u>المركب الحيوي</u>	<u>الحمض الأميني</u>
الكرياتين	ارجينين
هيم، بورين ، بيريميدين	غليسين
بورين ، بيريميدين ، شحوم فوسفورية	سيرين
سفينكونين	
معطي لزمرة ميتيل	ميثيونين

# تلخيص لوظائف الحموض الامينية



# بعض أنواع الحموض الأمينية التي ليست من النمط $\alpha$ ولها دور مهم في الاستقلاب

■  $\beta$ -ألانين ، وهو جزء من حمض بانتوثينيك، وهذا بدوره جزءاً من التميم الانزيمي A (مثال: أستيل التميم A)



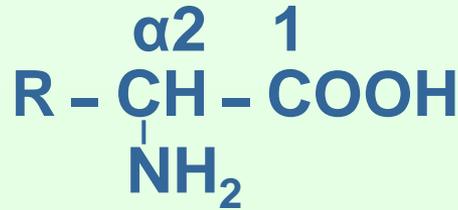
■ تورين ، يوجد في الصفراء ويقترن مع الحموض الصفراوية



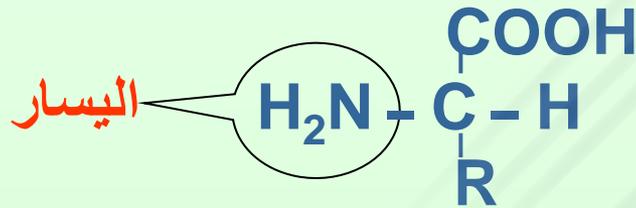
■  $\gamma$ -أمينو حمض بيوتيريك (الزبدة) GABA

يتشكل هذا الحمض من حمض غلوتاميك بعملية نزع الكربوكسيل وذلك في **النسيج الدماغي** ويقوم **بنقل السيالة العصبية**.

# خصائص صيغة الحمض الأميني - ١ :



١- مجموعة أمينو : توجد دائماً في الموقع (α) يلي مجموعة الكربوكسيل ، وهي موجودة في جميع البروتينات.



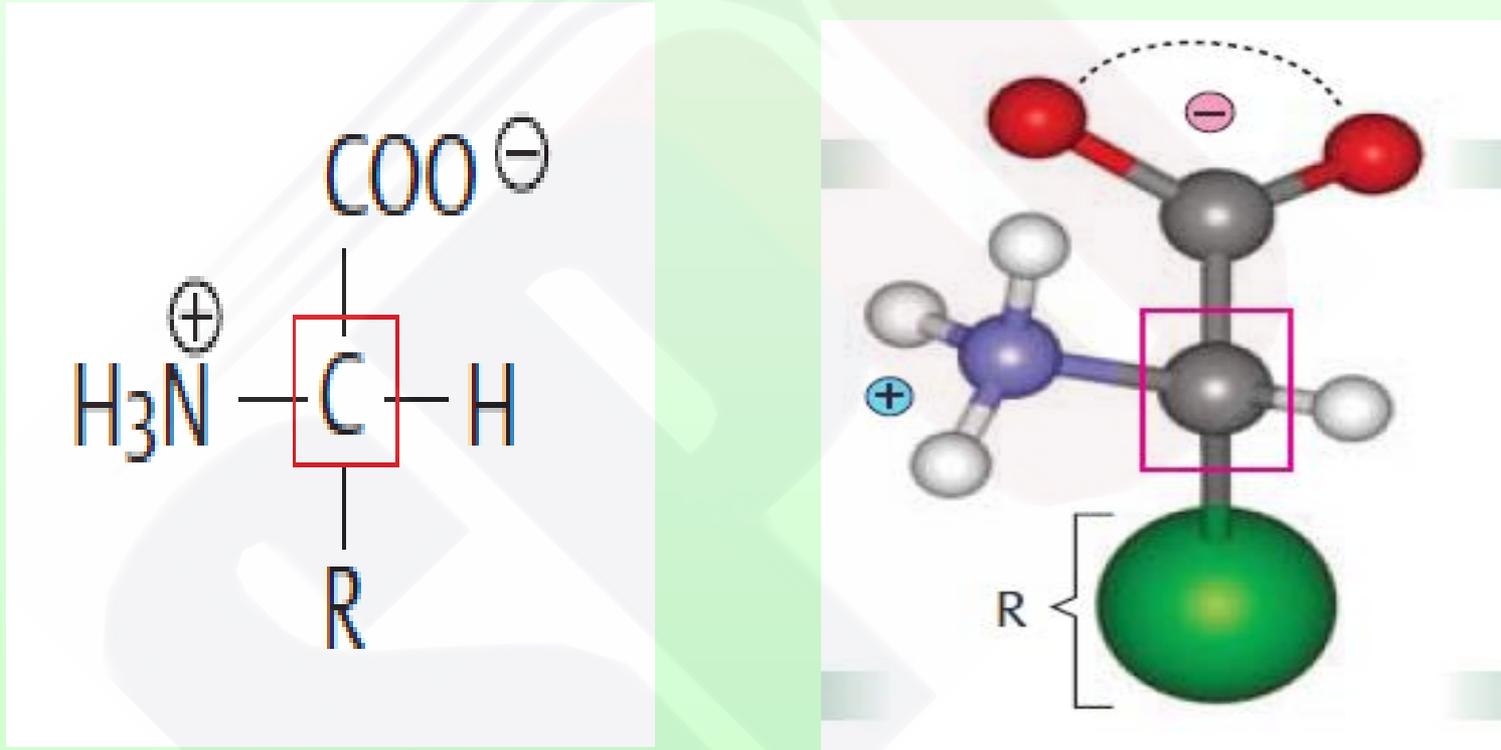
٢- جميع الحموض الامينية الداخلة في تركيب البروتينات من نوع L-، ذرة الكربون الثانية لامتناظرة ، وفعالة ضوئياً

الحموض الأمينية D سامة ، نادرة ، شاذة. تجمعها بعض النباتات، فتعطيها صفة السمية.

٣- عشرون حمضاً أمينياً تدخل في تركيب البروتينات . بينما عدد الحموض الأمينية المنتشرة يزيد على ٢٠٠ حمض أميني.

## خصائص صيغة الحمض الأميني - ٢

٤- في pH الفيزيولوجي تحمل الحموض الامينية شحنتان ، لذلك تسمى **زويتر أيون**



تصنف الحموض الامينية العشرين التي توجد في البروتينات وفق الطبيعة الكيميائية R الى سبع مجموعات هي: تلك التي تضم السلسلة المفتوحة ، والتي تحوي الكبريت ، والحلقة العطرية ، والمتعادلة ، والحلقية ، والحمضية ، والقلوية .

تحتوي الشرائح الثلاثة التالية على أسماء الحموض الامينية البروتينية ومختصر اسمها بثلاثة حروف وبحرف واحد بالإضافة إلى وجود نجمة بجانب اسم الحمض الاميني الأساسي

(غلايسين ، آلانين ، فالين ، لوسين ، إيزولوسين ،).

(سيستين، ميثيونين)

Aliphatic سلسلة مفتوحة					تحتوي على كبريت Sulfur-containing	
Glycine (Gly, G)	Alanine (Ala, A)	Valine ☆ (Val, V)	Leucine ☆ (Leu, L)	Isoleucine ☆ (Ile, I)	Cysteine (Cys, C)	Methionine ☆ (Met, M)
H	CH <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> C—CH   CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub>   H <sub>3</sub> C—CH   CH <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> C—C—H   CH <sub>2</sub>   CH <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub>   SH 8.3	CH <sub>2</sub>   CH <sub>2</sub>   S   CH <sub>3</sub>
					pK <sub>a</sub> value	

(فينيل آلانين ، تايروزين ، تربتوفان)

برولين

( سيرين ، ثريونين )

Aromatic عطرية

Cyclic حلقة

Neutral متعادلة

Phenylalanine   
(Phe, F)

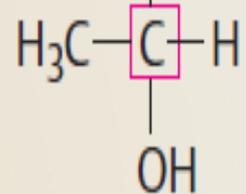
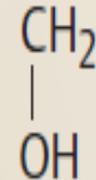
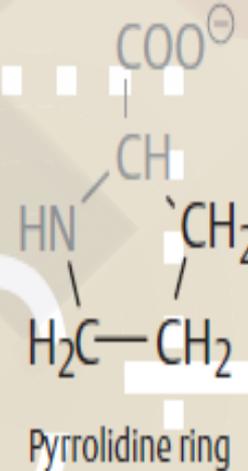
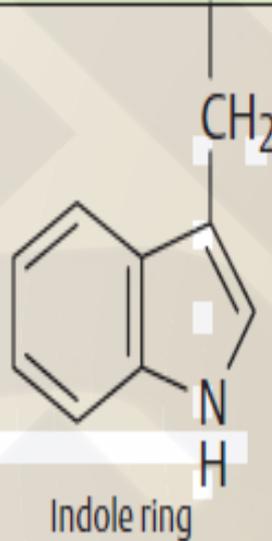
Tyrosine  
(Tyr, Y)

Tryptophan   
(Trp, W)

Proline  
(Pro, P)

Serine  
(Ser, S)

Threonine   
(Thr, T)



( أسبارجين ، غلوتامين )

( غلوتاميك، اسبارتيك )

( لايسين ، أرجينين، هستيدين )

Neutral متعادلة		Acidic حمضية		Basic القلوية		
Asparagine (Asn, N)	Glutamine (Gln, Q)	Aspartic acid (Asp, D)	Glutamic acid (Glu, E)	Histidine (His, H)	Lysine  (Lys, K)	Arginine (Arg, R)
$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CONH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CONH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \\ 4.0 \end{array}$	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{COO}^- \\ 4.3 \end{array}$	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{HN} \quad \text{CH} \\ \backslash \quad / \\ \text{HC}=\text{N} \\ 6.0 \\ \text{Imidazole ring} \end{array}$	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH}_3^+ \\ 10.8 \end{array}$	$\begin{array}{c}   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{NH} \\   \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{N} \quad \text{NH}_2 \\ \oplus \\ 12.5 \end{array}$

## الحموض الأمينية الأساسية :

فالين – لوسين – إيزولوسين – ميثيونين – فينيل آلانين – تربتوفان – ثريونين – لايسين – أرجينين - هستيدين . الحمضان الأخيران يحتاجهما الجسم النامي .

## خواص الحموض الأمينية الأساسية :

خواصها ناتجة من وجود حلقة عطرية أو حلقة غير متجانسة أو مجموعة جانبية متشعبة ، وجميع الملاح السابقة لا تستطيع خلايا جسم الإنسان تصنيعها ولذلك تعد أساسية ، ويجب الحصول عليها من الغذاء الذي نتناوله.

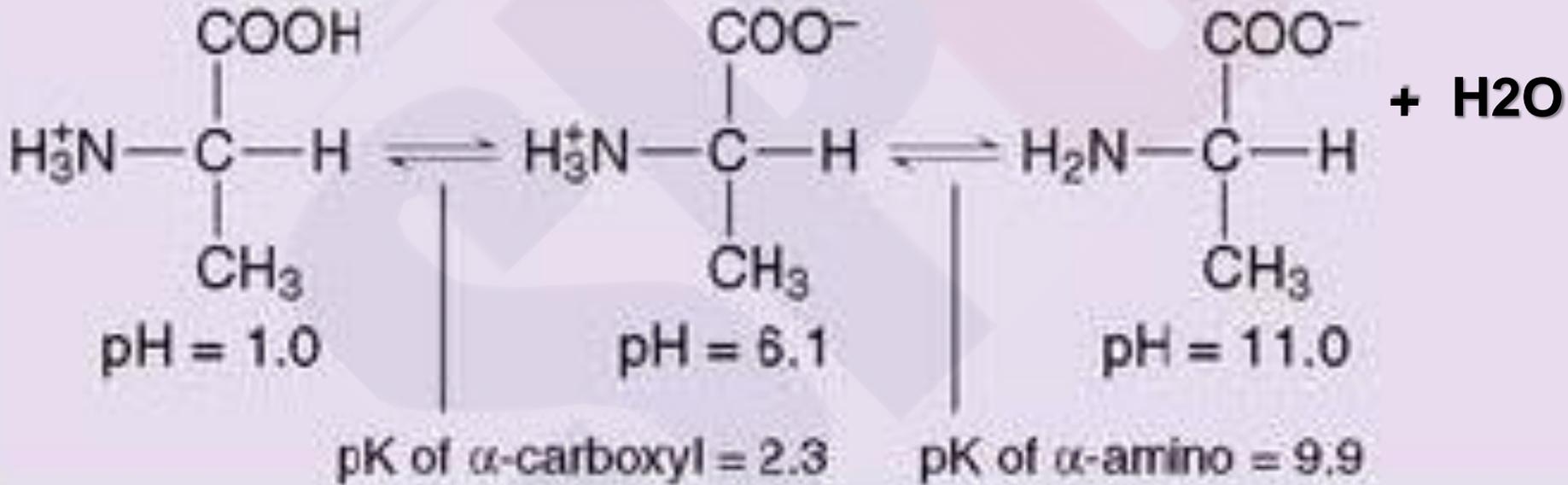
## الحموض الأمينية اللابروتينية :

تشتق من الحموض الأمينية العشرين التي تدخل في تركيب البروتينات. وتقوم بوظائف خاصة بها.

## الخواص العامة للحموض الأمينية البروتينية :

### الخواص الفيزيائية :

لا توجد الحموض الأمينية بالصيغة المعتدلة بل توجد حاملة لشحنتين : واحدة موجبة وأخرى سالبة ، فالجزيء متعادل كهربائياً ، الشحنة السالبة موجودة على الوظيفة الحمضية والموجبة على الوظيفة الأمينية. والشكل الطبيعي شكل ثنائي الشحنة متعادل كهربائياً. يطلق عليه اسم زويترايون وجميع الحموض الأمينية توجد بهذا الشكل.



الشكل السابق يوضح صيغة الألائين وهو في نقطة تعادله الكهربائية في  $pH = 6.1$  وصيغتيه في الوسط الحمضي والوسط القلوي . يحمل الألائين شحنة موجبة في الوسط الحمضي وشحنة سالبة في الوسط القلوي ويكون في حالة الزويترايون في نقطة تعادله الكهربائية .

والقاعدة العامة هي ان :الحموض الأمينية إذا وضعت في **وسط حمضي تكون موجبة الشحنة وبالتالي البروتين** ، وإذا وضعت في **وسط قلوي تنجذب  $OH^-$  السالبة إلى الموقع الموجب  $(NH_3^+)$**  ، فتعدل الشحنة وتفقد  $(NH_3)$  ذرة هيدروجين وينطلق الماء فيصبح الحمض الأميني سالب الشحنة على  $COO^-$  ، **أي يصبح البروتين سالب الشحنة**

نحصل على نقطة التعادل على الجزيء عندما تكون الشحن السالبة مساوية للشحن الموجبة وتسمى **نقطة التعادل الكهربائية  $PI$**  وهي : النقطة التي يوجد فيها على الجزيء عدد من الشحنات الموجبة مساوٍ لعدد الشحنات السالبة، بالنسبة للألائين  $PI = 6.1$

أو هي : رقم  $pH$  التي يوجد فيها الحمض الأميني بحيث يكتسب عدد متساوٍ من الشحنات الموجبة والسالبة أي المجموع الجبري للشحنات مساوٍ للصفر.

الوسط الحمضي : رقم الـ  $pH$  الأقل من الـ  $PI$  .  
الوسط القلوي : رقم الـ  $pH$  الأعلى من الـ  $PI$

## (الحمض الأميني) متعادل الشحنات PI

- يكتسب الحمض الأميني شحنة موجبة في أي وسط رقمه أقل من الـ PI .
- يكتسب الحمض الأميني شحنة سالبة في أي وسط رقمه أكبر من الـ PI .



البروتين متعادل  
الشحنات في PI

ترسب البروتينات في PI بفعل كتلتها لأن ذوبانها في حده الأدنى في نقطة تعادلها الكهربائية

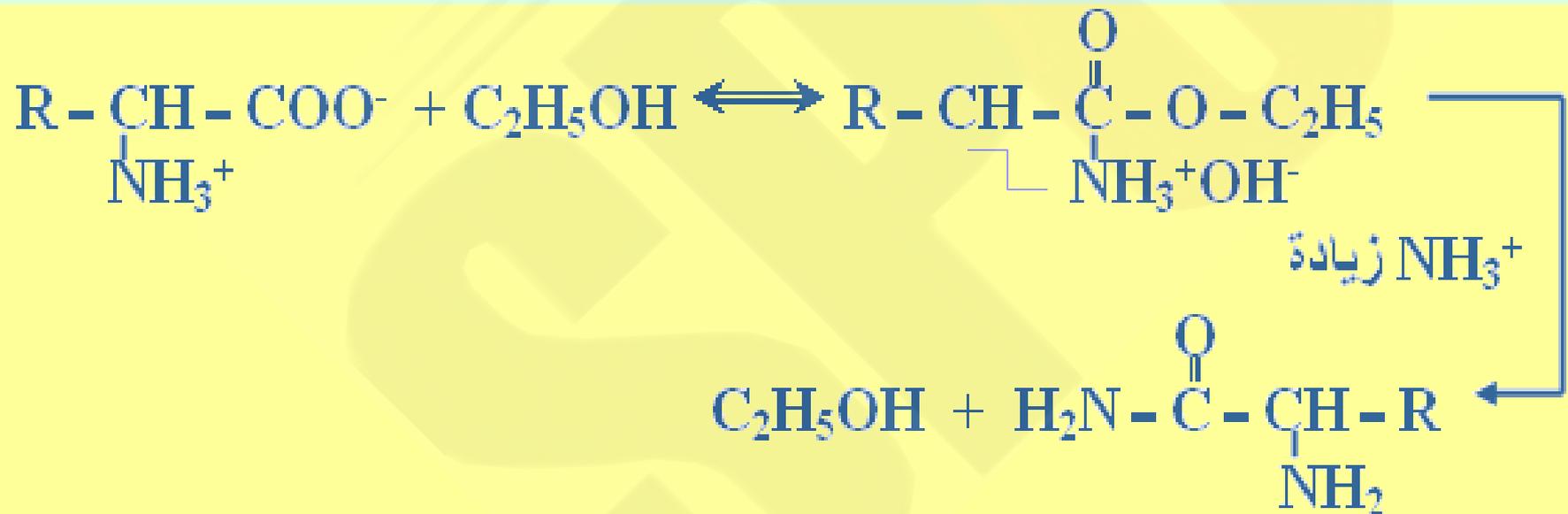
وجود هذه الشحن يعطى الحموض الامينية صفات فيزيائية :

- صلبة** ، درجات انصهارها عالية (٢٠٠) م لوجود حقول كهرمغناطيسية، حيث تعتبر بلا ماء داخلي ، كما تشكل الشحنة شبكة تقاوم درجات الحرارة.
- ذوابة في الماء** ، بسبب الشحنة.

## الخواص الكيميائية :

تحتوي مجموعة أمينو ومجموعة كربوكسيل لذلك تقوم بوظيفتي الحموض والأمينات.  
حسب المجموعة الجانبية تقوم بوظائف هذه المجموعة :

### ١- الأسترة بالكحول :



٢- جميع الحموض الأمينية تتفاعل وتشكل الرابطة الببتيدية :



هضم البروتينات يحتاج إلى ماء.

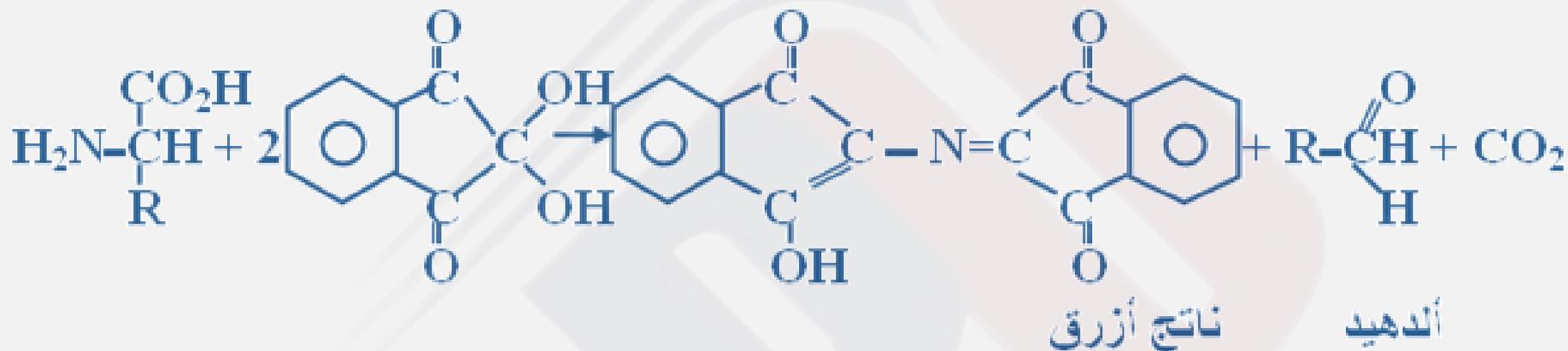
٣- تفاعل الأمينو :

$\alpha$ - هيدروكسي الحمض الأميني



وهو غاز خامل يجمع فوق الماء لأنه غير ذواب في الماء ويقاس حجمه فتحسب كمية الحمض الأميني وهي طريقة دومس لتقدير الحموض الأمينية.

#### ٤- تفاعل النينهيدرين :



(ترافق بين الروابط المشبعة) أي رابطة مضاعفة بين كل رابطتين احاديتين. وتقاس شدة اللون على جهاز المطياف الضوئي. وكلما ازداد اللون قتامة ازدادت كمية الحمض الأميني وهي طريقة حساسة حتى مع .

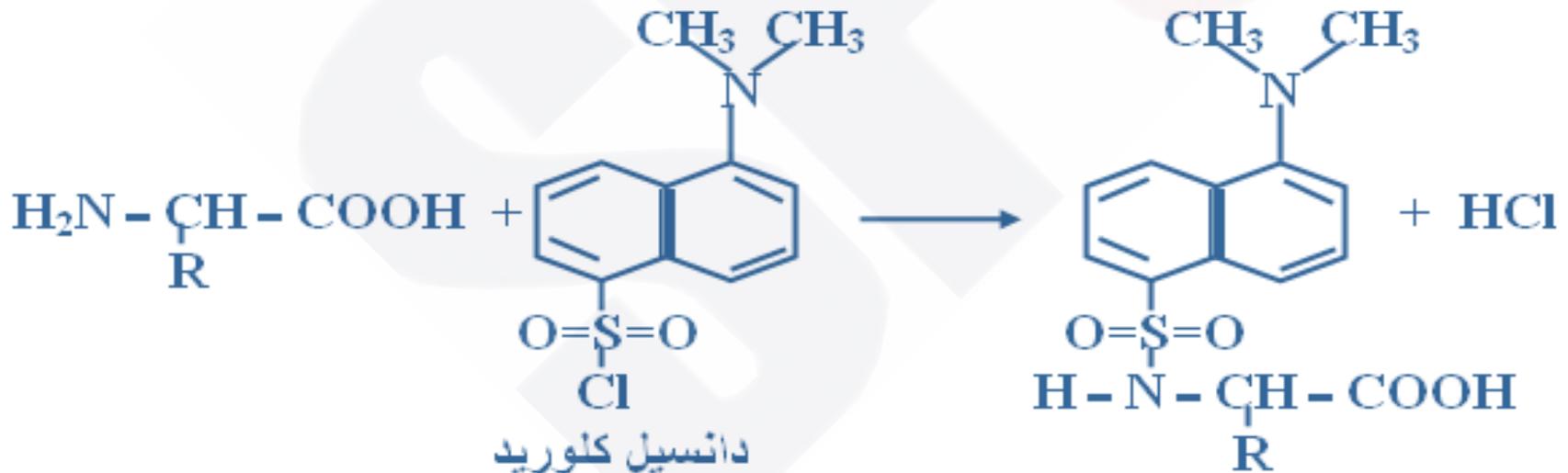
المركبات الملونة تحتوي دائما على روابط مزدوجة وأحادية مترافقة.

٥- التفاعل مع (١- فلورو-٢ ، ٤- ثنائي نيترو بنزن):



تعزل ومنها يعرف الحمض الأميني المتفاعل وتستخدم في معرفة النهاية الأمينية في سلسلة الببتيدات.

٦- التفاعل مع كلور دانسيل لإعطاء نواتج مفلورة يمكن بها تعيين الحموض الأمينية بتراكيز ضئيلة :



دانسيل كلوريد

مشتق دانسيل الحمض الأميني

# استقلاب الحموض الامينية

الحموض الامينية

$NH_3$

الهيكـل الكربوني

$CO_2$

غلوكوز

استيل التميم A

الاجسام الكيتونية

البولة