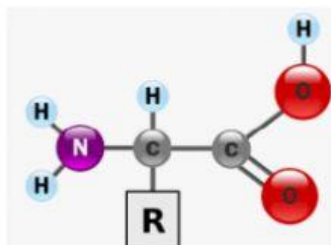
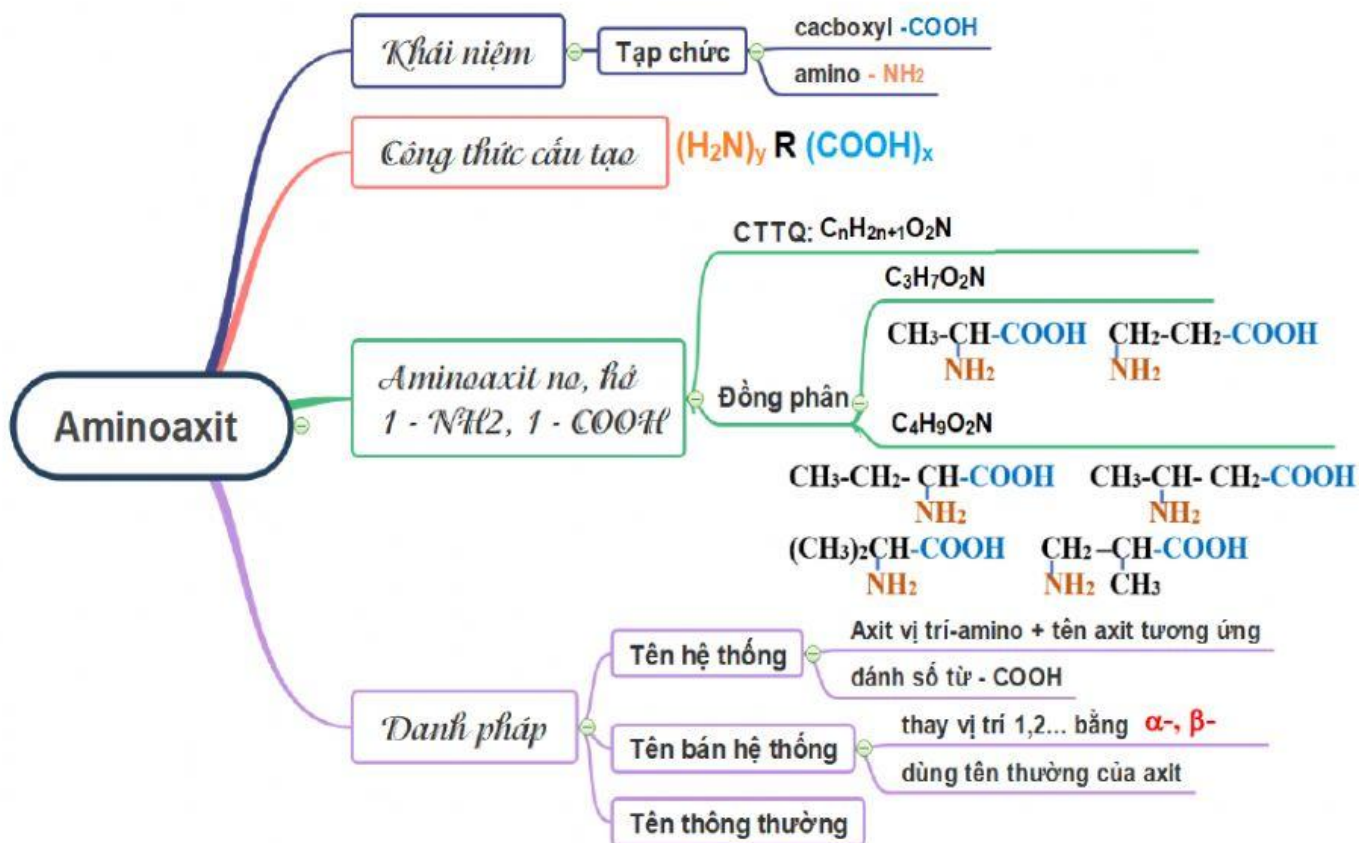
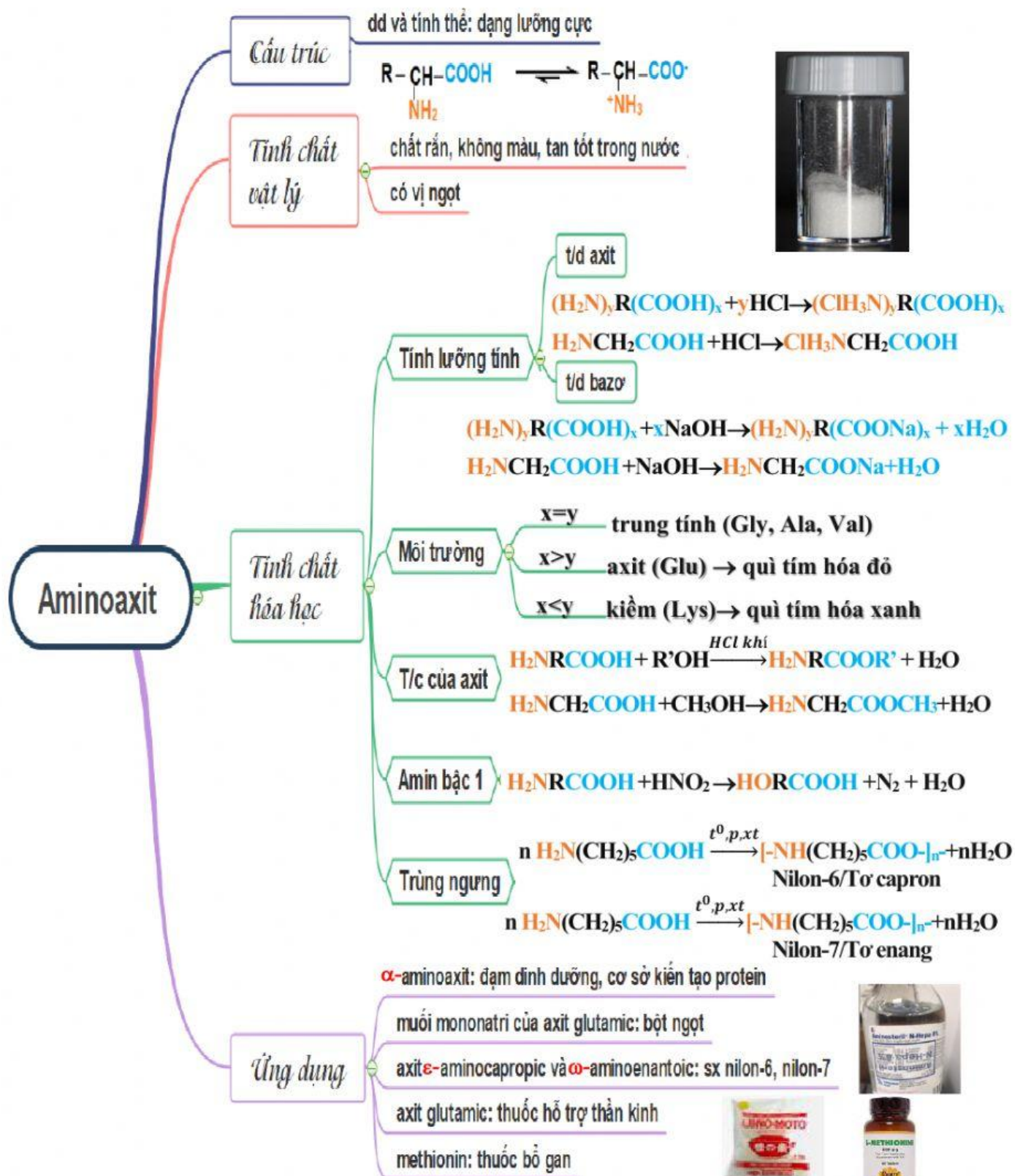


CHUYÊN ĐỀ AMINOAXIT



Các aminoaxit trong tự nhiên đều là α -aminoaxit

Tên thường/ Viết tắt	CTCT	Tên thay thế
		Tên bán hệ thống
Glyxin (Gly)	H_2N-CH_2-COOH $C_2H_5O_2N$ (M=75)	Axit aminoetanoic
Alanin (Ala)	$CH_3-CH(NH_2)-COOH$ $C_3H_7O_2N$ (M=89)	Axit 2-aminoetanoic Axit α -aminoetanoic
Valin (Val)	$(CH_3)_2CH-CH(NH_2)-COOH$ $C_5H_{11}O_2N$ (M=117)	Axit 2-amino-3-methylbutanoic Axit α -aminoisovaleric
Axit glutamic (Glu)	$HOOC-(CH_2)_2-CH(NH_2)-COOH$ $C_5H_9O_4N$ (M=147)	Axit 2-aminopentandioic Axit α -aminoglutaric
Lysin (Lys)	$H_2N-(CH_2)_4-CH(NH_2)-COOH$ $C_6H_{14}O_2N_2$ (M=146)	Axit 2,6-điaminohexanoic Axit α, ϵ -diaminocaproic
Phenylalanin (Phe)	$C_6H_5-CH_2-CH(NH_2)-COOH$ $C_9H_{11}O_2N$ (M=165)	Axit 2-amino-3-phenylpropanoic
Không phải α -aminoaxit	$H_2N-(CH_2)_5-COOH$ $C_6H_{13}O_2N$ (M=131)	Axit 6-aminoheptanoic Axit ϵ -aminocaproic
	$H_2N-(CH_2)_6-COOH$ $C_7H_{17}O_2N$ (M=145)	Axit 7-aminoheptanoic Axit ω -aminooctanoic



Chú ý: $\text{ClH}_3\text{N}-\text{R}-\text{COOH} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{COONa} + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}_2\text{NRCOONa} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ClH}_3\text{N}-\text{R}-\text{COOH} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

Trắc nghiệm amino axit cơ bản

I. LÝ THUYẾT

1. Khái niệm, đồng phân, danh pháp, các amino axit thường gặp

Câu 1. (Thanh Hóa 21) Hợp chất nào dưới đây thuộc loại amino axit?

- A. $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ C. HCOONH_4 D. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$

Câu 2. (Vĩnh Phúc 21) Chất nào sau đây là α -amino axit?

- A. $\text{CH}_3\text{-COOH}$. B. $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}$.
C. $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$. D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$.

Câu 3. (Nguyễn Khuyến – 18) Hợp chất nào sau đây là este của amino axit?

- A. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COONH}_3\text{CH}_3$. B. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$.
C. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CONHCH}_2\text{COOH}$. D. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOCH}_3$.

Câu 4. (Chuyển Nguyễn Trãi 21) Amino axit đơn giản nhất là Glyxin. Nhận định nào sau đây đúng về Glyxin

- A. Có 1 nguyên tử C B. Là một α – amino axit.
C. Kí hiệu là Glu D. Là hợp chất hữu cơ đa chức.

Câu 5. (17) Hợp chất $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ có tên gọi là:

- A. Valin. B. Lysin. C. Alanin D. Glyxin

Câu 6. (B-13) Amino axit X có phân tử khối bằng 75. Tên của X là

- A. lysin. B. glyxin. C. valin. D. alanin.

Câu 7. (Nghệ An 21) Tổng số nguyên tử trong một phân tử glyxin là

- A. 9. B. 7. C. 10. D. 8.

Câu 8. (Vũng Tàu 21) Công thức cấu tạo của alanin (Ala) là

- A. $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$ B. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
C. $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}$ D. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$

Câu 9. (ĐH Vinh 21) Số nguyên tử H trong phân tử alanin là

- A. 9. B. 7. C. 11. D. 5.

Câu 10. (CD 13) Phần trăm khối lượng của nguyên tố nitơ trong alanin là

- A. 17,98% B. 15,05% C. 18,67% D. 15,73%

Câu 11. (Chuyên Hà Tĩnh 20) Valin là tên gọi của amino axit nào sau?

- A. $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH(NH}_2\text{)COOH}$. B. $\text{H}_2\text{N(CH}_2\text{)}_4\text{CH(NH}_2\text{)COOH}$.
C. $\text{CH}_3\text{CH(NH}_2\text{)COOH}$. D. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$.

Câu 12. (Thanh Hóa 20) Phân tử khối của chất nào sau đây có giá trị bằng 117?

- A. Alanin B. Valin C. Glyxin D. Lysin

Câu 13. Công thức chung của amino axit no, mạch hở, có một nhóm cacboxyl và một nhóm amino là:



Câu 14. (20) Số nhóm cacboxyl (COOH) trong phân tử glyxin là

A. 3.

B. 2.

C. 1.

D. 4.

Câu 15. (20) Số nhóm amino (NH₂) trong phân tử alanin là

A. 4.

B. 2.

C. 3.

D. 1.

Câu 16. (CD12) Số nhóm amino và số nhóm cacboxyl có trong một phân tử axit glutamic tương ứng là

A. 1 và 1.

B. 2 và 1.

C. 2 và 2.

D. 1 và 2.

Câu 17. (MH 21) Số nguyên tử oxi trong phân tử axit glutamic là

A. 1.

B. 2.

C. 3.

D. 4.

Câu 18. (Chuyên Lê Hồng Phong 21) Số nguyên tử cacbon trong phân tử axit glutamic là

A. 3.

B. 6.

C. 4.

D. 5.

Câu 19. (Chuyên Lê Quý Đôn 20) Số nguyên tử hiđro có trong một phân tử axit glutamic là

A. 8

B. 11

C. 9

D. 10

Câu 20. (Nam Định 21) Chất X có công thức cấu tạo $HOOC-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$. Tên gọi của X là

A. Valin.

B. Glyxin.

C. Lysin.

D. Axit Glutamic.

Câu 21. (Lương Thế Vinh 21) Amino axit có hai nhóm amino và một nhóm cacboxyl là chất nào trong các chất sau?

A. Alanin.

B. Axit glutamic.

C. Lysin.

D. Glyxin.

Câu 22. (Hưng Yên 21) Số nguyên tử N trong phân tử lysin là

A. 2

B. 1

C. 4

D. 3

Câu 23. (Chuyên Hạ Long 17) Phần trăm khối lượng của nguyên tố oxi trong lysin là

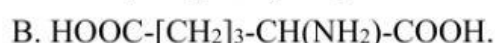
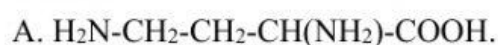
A. 35,96%

B. 27,35%

C. 21,92%

D. 43,84%

Câu 24. Công thức cấu tạo lysin là



Câu 25. (Ninh Bình 20) Cho các chất dưới đây, chất nào có phân tử khối $M = 146$ gam/mol

A. glyxin.

B. lysin.

C. valin.

D. alanin.

Câu 26. (A 11) Số đồng phân amino axit có công thức phân tử $C_3H_7O_2N$ là

A. 1.

B. 2.

C. 3.

D. 4.

Câu 27. Số đồng phân amino axit có công thức phân tử $C_4H_9O_2N$ là

A. 4.

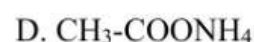
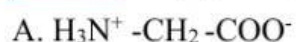
B. 3.

C. 6.

D. 5.

2. Cấu trúc, tính chất vật lý

Câu 28. Dạng tồn tại chủ yếu của axit glyxin là:



Câu 29. (Chuyên Trần Phú 20) Chất rắn không màu, dễ tan trong nước, kết tinh ở điều kiện thường là

- A. anilin B. etyl axetat C. metylamin D. alanin

3. Tính chất hóa học

a) Môi trường

- ❖ Môi trường axit ($\text{pH} < 7$): $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_3^+$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, số nhóm axit > số nhóm bazơ (ví dụ Glu)
- ❖ Môi trường kiềm ($\text{pH} > 7$): $-\text{NH}_2$, NaOH , $-\text{COO}^-$, số nhóm axit < số nhóm bazơ (ví dụ Lys)
- ❖ Môi trường trung tính ($\text{pH} = 7$): số nhóm axit = số nhóm bazơ (ví dụ Gly, Ala, Val)
- ❖ Phenol, Anilin đều không đổi màu quỳ tím và phenolphthalein

Câu 30. (19) Dung dịch nào sau đây **không** làm đổi màu quỳ tím

- A. NaOH . B. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$. C. HCl . D. CH_3NH_2 .

Câu 31. (20) Dung dịch nào sau đây làm quỳ tím chuyển sang màu xanh?

- A. etylamin. B. glyxin. C. axit glutamic. D. alanin.

Câu 32. (Yên Bái 21) Dung dịch chất nào sau đây làm quỳ tím chuyển đỏ?

- A. Glyxin. B. Axit glutamic. C. Metylamin. D. Lysin.

Câu 33. (Chuyên Quốc học Huế 20) Dung dịch chất nào sau đây làm quỳ tím chuyển thành màu xanh

- A. Anilin B. Alanin C. Valin D. Lysin

Câu 34. (An Giang 18) Có ba lọ đựng riêng biệt ba dung dịch: lysin, valin, axit glutamic. Có thể nhận biết ba dung dịch bằng

- A. quỳ tím. B. kim loại Na. C. dung dịch NaOH . D. dung dịch brom.

Câu 35. (18) Cho các dung dịch: $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ (anilin), CH_3NH_2 , $\text{H}_2\text{N}-[\text{CH}_2]_4-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ và $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$. Số dung dịch làm đổi màu phenolphthalein là

- A. 4. B. 3. C. 2. D. 1.

b) Tác dụng HCl

- ❖ Các nhóm chức có tính bazơ: NaOH , RCOO^- , NH_2 ,
- ❖ Thủy phân trong môi trường axit

Câu 36. (MH 19) Cho các chất sau: metylamin, alanin, metylamoni clorua, natri axetat. Số chất phản ứng được với dung dịch HCl là

- A. 3. B. 4. C. 2. D. 1.

c) Tác dụng NaOH

- ❖ Các nhóm chức có tính axit: $-\text{COOH}$, RNH_3^+ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- ❖ Thủy phân trong môi trường axit

Câu 37. (18) Cho các chất: anilin; saccarozơ; glyxin; axit glutamic. Số chất tác dụng được với NaOH trong dung dịch là:

- A. 3. B. 2. C. 1. D. 4.

d) Tác dụng HCl và NaOH

- ❖ Thủy phân trong môi trường axit/bazơ: este, peptit

❖ Vừa có nhóm axit vừa có nhóm bazơ (lưỡng tính)

Câu 38. Cho các dãy chuyển hóa:



X và Y lần lượt là chất nào?

A. $\text{ClH}_3\text{NCH}_2\text{COONa}$ và $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COONa}$

B. Đều là $\text{ClH}_3\text{NCH}_2\text{COONa}$

C. $\text{ClH}_3\text{NCH}_2\text{COOH}$ và $\text{ClH}_3\text{NCH}_2\text{COONa}$

D. $\text{ClH}_3\text{NCH}_2\text{COOH}$ và $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COONa}$

e) Phản ứng este hóa

Câu 39. (MH-17) Cho sơ đồ chuyển hóa sau:



Biết X là axit glutamic, Y, Z, T là các chất hữu cơ chứa nitơ. Công thức phân tử của Y và T lần lượt là

A. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_4\text{NCl}$ và $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_4\text{Na}_2\text{N}$.

B. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_4\text{N}$ và $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_4\text{Na}_2\text{N}$.

C. $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_4\text{NCl}$ và $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_4\text{Na}_2\text{N}$.

D. $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{O}_4\text{NCl}$ và $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4\text{Na}_2\text{NCl}$

f) Phản ứng trùng ngưng

Câu 40. (Thái Bình 20) Chất tham gia phản ứng trùng ngưng là

A. stiren (vinylbenzen).

B. metyl metacrylat

C. axit ϵ -aminocaproic.

D. vinylxianua (acrilonitrin).

Câu 41. (Chuyên Hà Tĩnh 20) Chất nào sau đây có khả năng tham gia phản ứng trùng ngưng?

A. axit aminoaxetic.

B. metylamin.

C. stiren.

D. axit axetic.

g) Tổng hợp

Câu 42. (19) Axit amino axetic ($\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$) tác dụng được với dung dịch nào sau đây?

A. NaNO_3 .

B. NaCl .

C. HCl .

D. Na_2SO_4 .

Câu 43. (Chuyên Phan Ngọc Hiền 21) Cho các dung dịch sau: NaOH , HCl , H_2SO_4 , CH_3OH

(xúc tác HCl) và NaCl . Số chất tác dụng được với axit 2-amino propanoic là

A. 5.

B. 3.

C. 2.

D. 4.

4. Ứng dụng

Câu 44. Bột ngọt (mì chính) là muối mononatri của axit nào sau đây

A. Axit stearic.

B. Axit adipic.

C. Axit glutamic.

D. Axit axetic

Câu 45. Trong một số trường hợp, khi người bệnh bị suy kiệt thì bác sĩ chỉ định truyền dịch “đạm” để cơ thể sớm hồi phục. Chất đạm trong dịch truyền là:

A. Saccarozơ

B. Amin

C. Glucozơ

D. Amino axit

5. Tổng hợp

Câu 46. (A 08) Phát biểu không đúng là

A. Trong dd, $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}$ còn tồn tại ở dạng ion lưỡng cực $\text{H}_3\text{N}^+\text{-CH}_2\text{-COO}^-$.

B. $\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}$ là este của glixin.

C. Aminoaxit là hợp chất hữu cơ chứa đồng thời nhóm amino và nhóm cacboxyl.

D. Aminoaxit là chất rắn, kết tinh, tan tốt trong nước và có vị ngọt.

Câu 47. (CD 12) Phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Ở nhiệt độ thường, các amino axit đều là những chất lỏng
- B. Các amino axit thiên nhiên hầu hết là các β -amino axit
- C. Amino axit thuộc loại hợp chất hữu cơ tạp chức.
- D. Axit glutamic là thành phần chính của bột ngọt

Câu 48. (B 10) Hai hợp chất hữu cơ X và Y có cùng công thức phân tử là $C_3H_7NO_2$, đều là chất rắn ở điều kiện thường. Chất X phản ứng với dung dịch NaOH, giải phóng khí. Chất Y có phản ứng trùng ngưng. Các chất X và Y lần lượt là

- A. axit 2-aminopropionic và amoni acrylat.
- B. axit 2-aminopropionic và axit 3-aminopropionic.
- C. amoni acrylat và axit 2-aminopropionic.
- D. vinylamoni fomat và amoni acrylat.

II. TRẮC NGHIỆM TÍNH TOÁN

Dạng bài: Amino axit tác dụng với axit và kiềm riêng biệt

❖ Tác dụng dd axit HCl	Tác dụng dd bazo NaOH
$(NH_2)_xR(COOH)_y + xHCl \rightarrow (CINH_3)_xR(COOH)_y$	$(NH_2)_xR(COOH)_y + yNaOH \rightarrow (NH_2)_xR(COONa)_y + yH_2O$
$M_{\text{muối}} = M_{aa} + 36,5x \quad (\text{TGKL})$	$M_{\text{muối}} = M_{aa} + 22y \quad (\text{TGKL})$
$m_{HCl} = m_{\text{muối}} - m_{aa}$	$m_{\text{muối}} = m_{aa} + 22 \cdot n_{aa}$
$n_{NH_2/aa} = n_{HCl}$	$n_{COOH/aa} = n_{NaOH} = (m_{\text{muối}} - m_{aa})/22$
$x = \frac{n_{HCl}}{n_{aa}} = \frac{M_{\text{muối}} - M_{aa}}{36,5}$	$y = \frac{n_{NaOH}}{n_{aa}} = \frac{M_{\text{muối}} - M_{aa}}{22}$

1. Tính lượng chất

Câu 49. (20) Cho 0,75 gam H_2NCH_2COOH tác dụng hết với dung dịch NaOH, thu được dung dịch chứa m gam muối. Giá trị của m là

- A. 1,14.
- B. 0,97.
- C. 1,13.
- D. 0,98.

Giải: $n_{gly} = \quad = \quad \text{mol}$; Tăng giảm khối lượng: $m_{\text{muối}} = \quad = \quad \text{gam}$

Câu 50. (18) Cho 31,4 gam hỗn hợp gồm glyxin và alanin phản ứng vừa đủ với 400 ml dung dịch NaOH 1M. Cô cạn dung dịch sau phản ứng, thu được m gam muối khan. Giá trị của m là

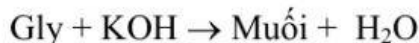
- A. 40,6.
- B. 40,2.
- C. 42,5.
- D. 48,6.

Giải: $n_{NaOH} = \quad = \quad \text{mol}$; $m_{\text{muối}} = \quad = \quad \text{gam}$

Câu 51. (Tiền Giang 20) Cho 1,5 gam glyxin tác dụng với 10ml dung dịch KOH 1,5M, thu được dung dịch X. Làm bay hơi cẩn thận X, thu được tối đa m gam chất rắn khan. Giá trị của m là

- A. 1,695. B. 2,070. C. 1,830. D. 1,455.

Giải: $n_{\text{gly}} = \quad = 0,02 \text{ mol}; \quad n_{\text{KOH}} = \quad = \quad \text{mol} \rightarrow \text{tính theo}$



$$m_{\text{rắn}} = \quad = \quad \text{gam}$$

Câu 52. (Chuyển Nguyễn Trãi 21) Đốt cháy hoàn toàn 26,92 gam hỗn hợp X gồm axit glutamic, valin và alanin thu được CO_2 , H_2O và 2,24 lít khí N_2 (ở đktc). Mặt khác 0,1 mol hỗn hợp X phản ứng vừa đủ với dung dịch HCl thu được m gam muối. Giá trị của m là:

- A. 15,285. B. 12,15. C. 17,11. D. 11,15.

Giải: $n_{\text{N}/26,92 \text{ gam X}} = \quad = \quad \text{mol}; \quad n_{\text{X}/26,92 \text{ gam X}} = \quad \text{mol}$

$$m_{0,1 \text{ mol X}} = \quad = \quad \text{g}; \quad n_{\text{HCl pứ } 0,1 \text{ mol X}} = \quad \text{mol}$$

$$m_{\text{muối}} = \quad = \quad \text{g}$$

Câu 53. (17) Cho m gam hỗn hợp X gồm axit glutamic và valin tác dụng với dung dịch HCl dư, thu được $(m + 9,125)$ gam muối. Mặt khác, cho m gam X tác dụng với dung dịch NaOH dư, thu được $(m + 7,7)$ gam muối. Biết các phản ứng xảy ra hoàn toàn. Giá trị của m là

- A. 39,60. B. 32,25. C. 26,40. D. 33,75.

Giải: $n_{\text{Val}} = x \text{ mol}$ và $n_{\text{Glu}} = y \text{ mol};$

$$\text{Tăng giảm khối lượng} \quad n_{\text{-NH}_2/m \text{ gam X}} = \quad = \quad \text{mol} \rightarrow (1):$$

$$n_{\text{-COOH}/m \text{ gam X}} = \quad = \quad \text{mol} \rightarrow (2):$$

$$\text{Giải (1) và (2) được } x = \quad \text{ và } y = \quad$$

$$m = \quad = \quad \text{gam}$$

2. Xác định cấu tạo của aminoaxit

Câu 54. (19) Cho 7,5 gam amino axit X (công thức có dạng $\text{H}_2\text{NC}_n\text{H}_{2n}\text{COOH}$) tác dụng hết với dung dịch HCl dư, thu được 11,15 gam muối. Số nguyên tử hiđrô trong phân tử X là

- A. 7. B. 5. C. 9. D. 11.

Giải: $m_{\text{HCl}} = \quad = \quad \text{gam}; \quad n_{\text{HCl}} = \quad \text{mol}; \quad n_{\text{aa}} = \quad \text{mol}$

$$M_X = \quad = \quad (\text{g/mol})$$

$$\rightarrow M_{\text{C}_n\text{H}_{2n}} = \quad = \quad \text{g/mol} \rightarrow n = \quad \rightarrow \text{CTPT của X}$$

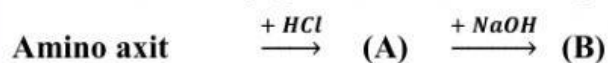
Câu 55. (Vũng Tàu 21) Để phản ứng hoàn toàn với dung dịch chứa 0,2 mol một amino axit X cần vừa đủ 200 ml dung dịch NaOH 2M. Số nhóm cacboxyl ($-\text{COOH}$) có trong X là

- A. 4 B. 2 C. 1 D. 3

Giải: $n_{\text{NaOH}} = \quad = 0,1 \text{ gam}; \quad n_{\text{NaOH}} : n_X = \quad \rightarrow \text{X có} \quad \text{nhóm } -\text{COOH}.$

Dạng bài: Amino axit tác dụng với axit rồi với kiềm

- ❖ HCl tác dụng với nhóm bazo ($-\text{NH}_2$) hoặc muối ($-\text{COONa/K}$)
- ❖ NaOH tác dụng với nhóm axit ($-\text{COOH}$) hoặc muối ($-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$)
- ❖ Aminoaxit tác dụng với axit rồi cho sản phẩm tác dụng với kiềm (đủ)



Giải nhanh: Coi hh (Amino axit + HCl) tác dụng với NaOH



Câu 56. (Lương Thế Vinh 21) Cho 0,2 mol alanin tác dụng với 200 ml dung dịch HCl thu được dung dịch X có chứa 28,75 gam chất tan. Thể tích (ml) dung dịch NaOH 1M phản ứng vừa đủ với các chất trong dung dịch X là

- A. 300 ml. B. 400 ml. C. 100 ml. D. 500 ml.

$$m_{\text{alanin}} = \quad = \quad \text{gam}$$

$$m_{\text{HCl}} = \quad = \quad \text{gam}; \quad n_{\text{HCl}} = \quad \text{mol};$$

$$n_{\text{NaOH}} = \quad .n_{\text{Ala}} + \quad .n_{\text{HCl}} = \quad = \quad \text{mol}$$

Câu 57. (Chuyên Hùng Vương 21) Cho 0,45 mol $\text{H}_2\text{NC}_3\text{H}_5(\text{COOH})_2$ (axit glutamic) vào 275 ml dung dịch HCl 2M thu được dung dịch X. Cho NaOH dư vào dung dịch X. Sau khi các phản ứng xảy ra hoàn toàn, số mol NaOH đã phản ứng là

- A. 1,45. B. 0,70. C. 0,65. D. 1,00.

$$n_{\text{HCl}} = \quad = \quad \text{mol};$$

$$n_{\text{NaOH}} = \quad .n_{\text{glu}} + \quad .n_{\text{HCl}} = \quad = \quad \text{mol}$$