



13.1

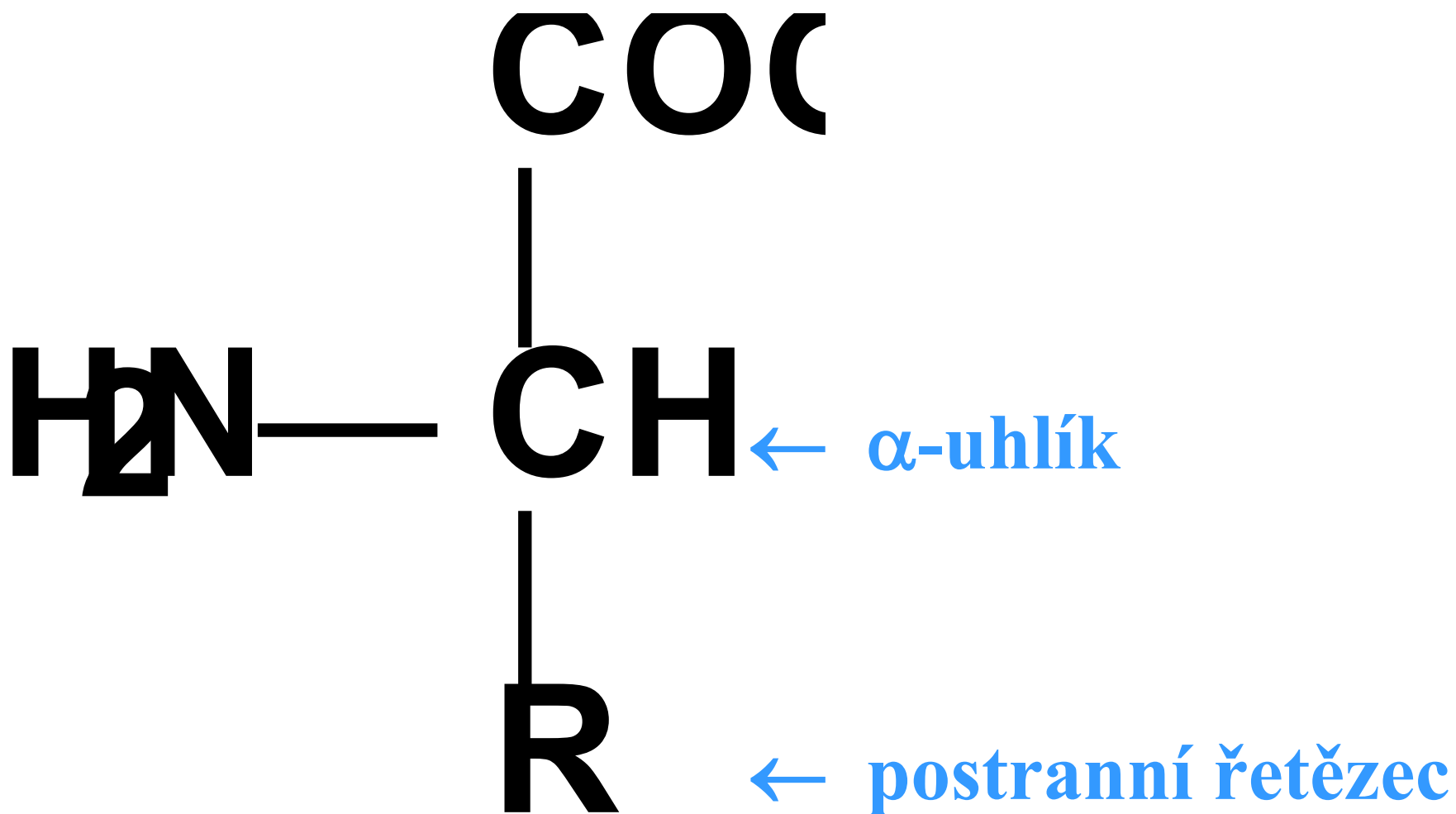
seminář LC

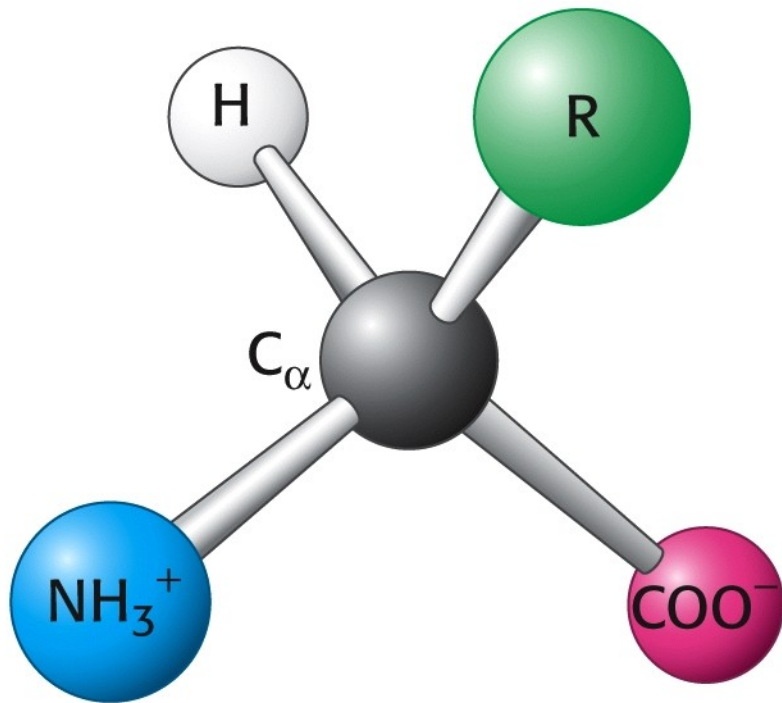
© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2011

AMINOKYSELINY (AA)

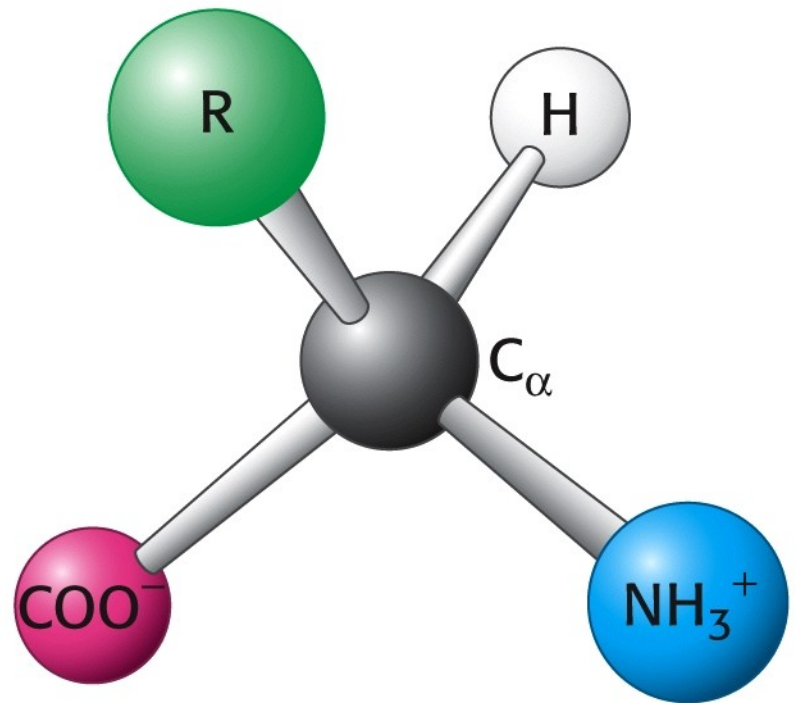
© Biochemický ústav LF MU (V.P.) 2011

Aminokyselina (dále „AA“),
obecný vzorec



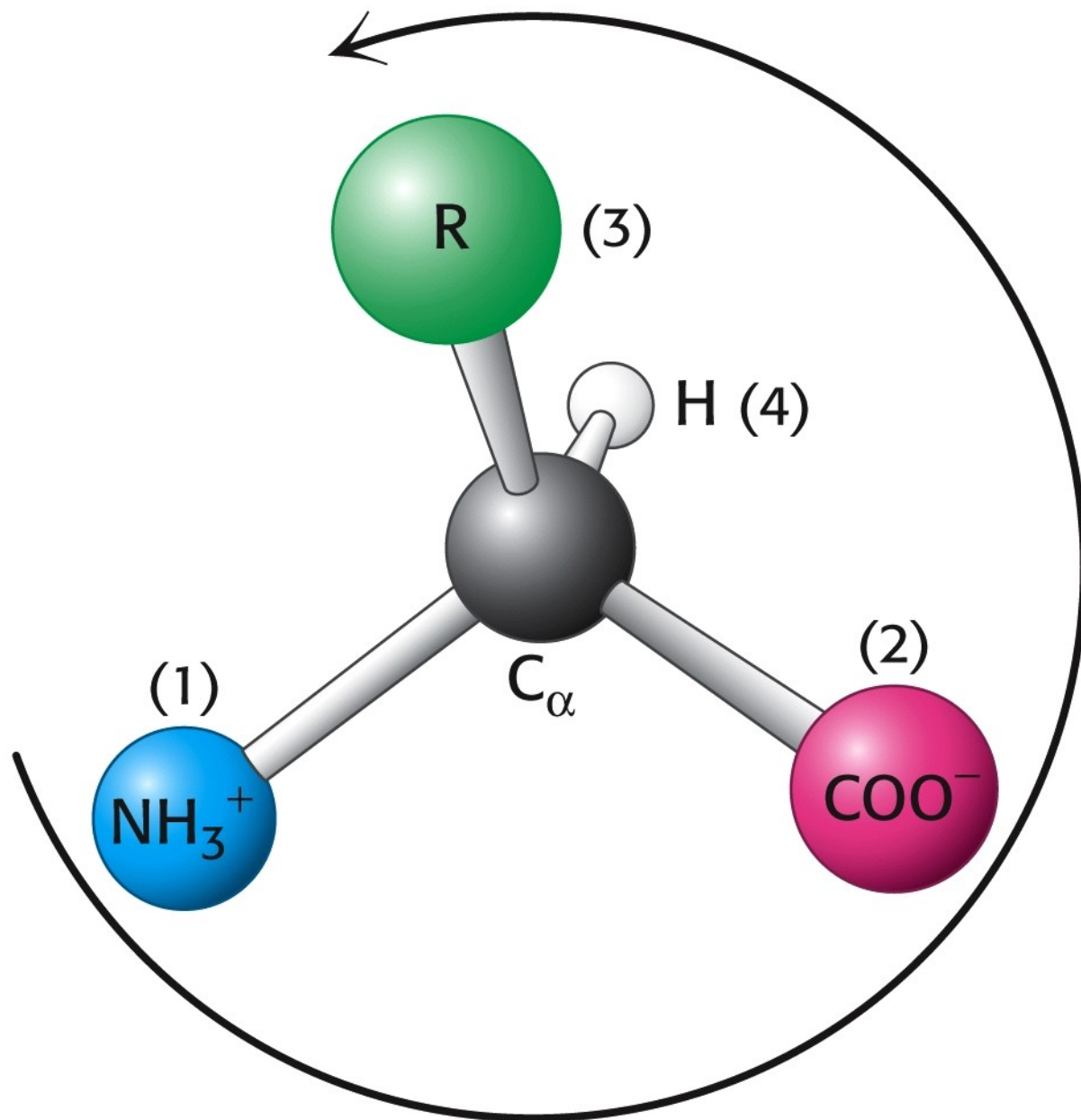


L isomer



D isomer

S - absolutní konfigurace u L-amino-kyselin



**Názvy AA (i ostatních chemických látek)
čtěte tvrdě
(nikoliv „alaňin, kreatiňin, adeňin“ a pod.)
!**

POSTRANNÍ ŘETĚZEC AMINOKYSELIN

NEPOLÁRNÍ

Gly

Ala

Val

Leu

Ile

Pro

Met

Phe

Trp

POLÁRNÍ, NEIONIZUJÍCÍ

Ser

Thr

Cys

Tyr

(Hpr)

Asn

Gln

POLÁRNÍ, IONIZUJÍCÍ

- kyselý: Asp Glu

- zásaditý: His, Lys, Arg

AMINOKYSELINA

POSTRANNÍ ŘETĚZEC

Asparagová kys.	Asp	D	negativní
Glutamová kys.	Glu	E	negativní
Arginin	Arg	R	pozitivní
Lysin	Lys	K	pozitivní
Histidin	His	H	pozitivní
Asparagin	Asn	N	polární bez náboje
Glutamin	Gln	Q	polární bez náboje
Serin	Ser	S	polární bez náboje
Threonin	Thr	T	polární bez náboje
Tyrosin	Tyr	Y	polární bez náboje

POLÁRNÍ AMINOKYSELINY

© Espero Publishing, s.r.o.

AMINOKYSELINA

POSTRANNÍ ŘETĚZEC

Alanin	Ala	A	nepolární
Glycin	Gly	G	nepolární
Valin	Val	V	nepolární
Leucin	Leu	L	nepolární
Isoleucin	Ile	I	nepolární
Prolin	Pro	P	nepolární
Fenylalanin	Phe	F	nepolární
Methionin	Met	M	nepolární
Tryptofan	Trp	W	nepolární
Cystein	Cys	C	nepolární
Selenocystein	Sec	U	nepolární

NEPOLÁRNÍ AMINOKYSELINY

Periodic Table of the Elements

rozdiel:
difference: 1 ↔ 0.4 ↔ 1.7 ↔

2.1

Pauling

/ dnes today

Preperiod K 1	1.00867 0 $\frac{n}{p}$ 0											1.0079 ΔH 1 1											4.003 ΔHe 2
Group:	O	I	II	2.2										III	IV	V	VI	VII	VIII				
1. Short Period L 2	4.003 ΔHe 2	6.941 ΔLi 3	9.012 ΔBe 4											10.81 ΔB 5	12.011 ΔC 6	14.007 ΔN 7	15.999 ΔO 8	18.998 ΔF 9	20.18 ΔNe 10				
2. Short Period M 3	20.18 ΔNa 11	22.99 ΔMg 12	24.305 ΔAl 13											25.982 ΔSi 14	28.986 ΔP 15	30.974 ΔS 16	32.06 ΔCl 17	35.453 ΔAr 18					
Group:	O	Ih	IIh	IIIh	IVh	Vh	VIh	VIIh	VIIIh	VIIIh	In	IIh	IIIh	IVh	Vh	VIh	VIIh	VIIIh					
1. Middle Period N 4	39.95 ΔAr 18	39.098 ΔK 19	40.08 ΔCa 20	44.956 ΔSc 21	47.88 ΔTi 22	50.942 ΔV 23	51.996 ΔCr 24	54.938 ΔMn 25	55.847 ΔFe 26	58.933 ΔCo 27	58.93 ΔNi 28	63.546 ΔCu 29	65.38 ΔZn 30	69.72 ΔGa 31	72.59 ΔGe 32	74.922 ΔAs 33	78.96 ΔSe 34	79.904 ΔBr 35	83.80 ΔKr 36				
2. Middle Period O 5	83.80 ΔKr 36	85.47 ΔRb 37	87.62 ΔSr 38	88.906 ΔY 39	91.22 ΔZr 40	92.906 ΔNb 41	95.94 ΔMo 42	[98] ΔTc 43	101.07 ΔRu 44	102.905 ΔRh 45	106.4 ΔPd 46	107.868 ΔAg 47	112.41 ΔCd 48	114.82 ΔIn 49	118.69 ΔSn 50	121.75 ΔSb 51	127.60 ΔTe 52	125.9045 ΔI 53	131.29 ΔXe 54				
1. Long Period P 6	131.30 ΔXe 54	132.905 ΔCs 55	137.33 ΔBa 56	138.91 ΔLa 57	173.04 ΔHf 72	180.948 ΔTa 73	180.85 ΔW 74	186.2 ΔRe 75	186.2 ΔOs 76	192.2 ΔIr 77	195.078 ΔPt 78	196.967 ΔAu 79	200.59 ΔHg 80	204.383 ΔTl 81	207.19 ΔPb 82	208.980 ΔBi 83	[209] ΔPo 84	[210] ΔAt 85	[222] ΔRn 86				
2. Long Period Q 7	[223] ΔFr 87	[223] ΔRa 88	225.0254 ΔAc 89	227.0273 ΔTh 90	[231] ΔPa 91	[231] ΔU 92	[238] ΔNp 93	[244] ΔPu 94	[243] ΔAm 95	[247] ΔCm 96	[247] ΔBk 97	[251] ΔCf 98	[252] ΔEs 99	[257] ΔFm 100	[258] ΔMd 101	[259] ΔNo 102	[259] ΔLr 103	[261] ΔRf 104	[261] ΔTa 105				
			0.86																	1.9			
		Lanthanides																					
		140.12 ΔCe 58	140.907 ΔPr 59	144.24 ΔNd 60	[145] ΔPm 61	150.36 ΔSm 62	151.96 ΔEu 63	157.25 ΔGd 64	158.924 ΔTb 65	162.50 ΔDy 66	164.930 ΔHo 67	167.25 ΔEr 68	168.934 ΔTm 69	173.04 ΔYb 70	174.97 ΔLu 71								
		Actinides																					
		232.038 ΔTh 90	231.0368 ΔPa 91	238.03 ΔU 92	[237] ΔNp 93	[244] ΔPu 94	[243] ΔAm 95	[247] ΔCm 96	[247] ΔBk 97	[251] ΔCf 98	[252] ΔEs 99	[257] ΔFm 100	[258] ΔMd 101	[259] ΔNo 102	[259] ΔLr 103								

We are grateful to the Orell Füssli Verlag, Zürich, for permission to copy this table taken from E. Voelmy, Logarithmen und Zahlentafeln.

The symbols and atomic weights (figures above, left) are those recommended by the International Chemical Union, 1987. The underlined symbols indicate pure elements.

- \square Metals (conductors of electricity)
- \circ Metalloids (conducting and insulating variants are known)
- \triangle Nonmetals (insulators)

The figures in [] are the atomic weights of the isotopes with longest half-life.

The atomic number (bottom, left) is the number of protons.

The figure at the bottom, right, is the number of valency electrons, i.e. the maximum number of electrons participating in the formation of compounds of the element. Other numbers of frequently active electrons are shown in brackets.

Linus PAULING [po:ling] (1901 – 1994) Američan

Nobelova cena za chemii 1954 (nesdílená cena)

**„The nature of the chemical bond“,
struktura molekul a krystalů,
struktura bílkovin**

Nobelova cena za mír 1962 (nesdílená cena)

**od října 1963 zastaveny nukleární
pokusy v atmosféře (USA, GB, SSSR)**

elektronegativita

α -helix bílkovin, struktura „skládaného listu“ ...

2.1

Pauling / dnes today

1.0079 ΔH 1 1						3.1		4.1		4.003 ΔHe 2	
2.2		III	IV	V	VI	VII	VIII				
		10.81 O B 5 3	12.011 O C 6 4	14.007 Δ N 7 (3)5	15.999 Δ O 8 (4)6	18.998 Δ F 9 (1)7	20.18 Δ Ne 10				
		25.982 □ Al 13 3	29.586 O Si 14 4	30.974 O P 15 (3)5	32.06 Δ S 16 (2,4)6	35.453 Δ Cl 17 (1)7	39.95 Δ Ar 18				
	VIIIh	In	IIh	IIIh	IVh	Vh	VIh	VIIh	VIIIh		
55.847 □ Fe 26 (2,3)6	58.933 □ Co 27 (2)3	58.69 □ Ni 28 (2)3	63.546 □ Cu 29 (1)2	65.38 □ Zn 30 2	69.72 □ Ga 31 (1)3	72.59 O Ge 32 (2)4	74.922 O As 33 (3)5	78.96 O Se 34 (2,4)6	79.904 Δ Br 35 (1)7	83.80 Δ Kr 36	
101.07 □ Ru 44 (3,4)8	102.905 □ Rh 45 (3)4	106.4 □ Pd 46 (2)4	107.868 □ Ag 47 1	112.41 □ Cd 48 2	114.82 □ In 49 (1)3	118.69 O Sn 50 (2)4	121.75 O Sb 51 (3)5	127.60 O Te 52 (2,4)6	127.6045 O I 53 (1)7	131.23 Δ Xe 54	
190.2 □ Os 76 (4)8	192.2 □ Ir 77 (2,4)6	195.078 □ Pt 78 (2,4)6	196.967 □ Au 79 (1)3	200.59 □ Hg 80 2	204.383 □ Tl 81 (2)4	207.19 □ Pb 82 (2)4	208.980 □ Bi 83 (3)5	(209) □ Po 84 6	(210) □ At 85 7	(222) Δ Rn 86	

1.9

Elektronegativita

H 2,2

C 2,5

N 3,1

O 3,5

S 2,4

rozdíl elektronegativit

< 0,4 nepolární vazba

0,4 1,7 polární vazba

(> 1,7 iontová vazba)

PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

I. A										VIII. A										
1,0079											4,00260									
1 H 22 VODÍK	II. A										III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A				
6,941	9,01218											10,81	12,011	14,0067	15,9994	18,998403	20,179			
3 Li 0,97 LITHIUM	4 Be 1,5 BERYLLIUM											5 B 2,0 BOR	6 C 2,5 UHLÍK	7 N 3,1 DUŠÍK	8 O 3,5 KYSLÍK	9 F 4,1 FLUOR	10 Ne NEON			
22,98977	24,305											26,98154	28,0855	30,97376	32,06	35,453	39,948			
11 Na 1,0 SODÍK	12 Mg 1,2 HOŘČÍK	III. B										13 Al 1,5 HLINÍK	14 Si 1,7 KŘEMÍK	15 P 2,1 FOSFOR	16 S 2,4 SÍRA	17 Cl 2,8 CHLOR	18 Ar ARGON			
39,0983	40,80	44,9559	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B	VIII. B	VIII. B	I. B	II. B	69,72	72,59	74,9216	78,96	79,904	83,80			
10 K 0,91 DRASLÍK	20 Ca 1,0 VÁPŇÍK	21 Sc 1,2 SKANDIUM	22 Ti 1,3 TITAN	23 V 1,5 VANAD	24 Cr 1,6 CHROM	25 Mn 1,6 MANGAN	26 Fe 1,6 ŽELEZO	27 Co 1,7 KOBALT	28 Ni 1,7 NIKEL	29 Cu 1,7 MĚD	30 Zn 1,7 ZINEK	31 Ga 1,8 GALLIUM	32 Ge 2,0 GERMANIUM	33 As 2,2 ARSEN	34 Se 2,5 SELEN	35 Br 2,7 BROM	36 Kr KRYPTON			
85,4678	87,62	88,9059	91,22	92,9064	95,94	(97)	101,07	102,9055	106,4	107,868	112,41	114,82	118,69	121,75	127,60	126,9045	131,30			
37 Rb 0,89 RUBIDIUM	38 Sr 0,99 STRONCIUM	39 Y 1,1 YTTRIUM	40 Zr 1,2 ZIRKONIUM	41 Nb 1,2 NIOB	42 Mo 1,3 MOLYBDEN	43 Tc 1,4 TECHNECIUM	44 Ru 1,4 RUTHENIUM	45 Rh 1,4 RHODIUM	46 Pd 1,3 PALLADIUM	47 Ag 1,4 STRĚBRO	48 Cd 1,5 KADMIUM	49 In 1,5 INDIUM	50 Sn 1,7 CÍN	51 Sb 1,8 ANTIMON	52 Te 2,0 TELLUR	53 I 2,2 JOD	54 Xe XENON			
132,9054	137,33	138,9055	178,49	180,9479	183,85	186,207	190,2	192,22	195,09	196,9665	200,59	204,37	207,2	208,9804	(209)	(210)	(222)			
55 Cs 0,86 CESIUM	56 Ba 0,97 BARYUM	57 La 1,1 LANTHAN	72 Hf 1,2 HAFNIUM	73 Ta 1,3 TANTAL	74 W 1,4 WOLFRAM	75 Re 1,5 RHENIUM	76 Os 1,5 OSMIUM	77 Ir 1,5 IRIDIUM	78 Pt 1,4 PLATINA	79 Au 1,4 ZLATO	80 Hg 1,4 RTUŤ	81 Tl 1,4 THALIUM	82 Pb 1,5 OLOVO	83 Bi 1,7 BISMUT	84 Po 1,8 POLONIUM	85 At 1,9 ASTAT	86 Rn RADON			
(223)	226,0254	227,0278	104 Ku KURČATOVIUM	(Ha) (Ns) (Hahnium) (Nelsbohrium)																
87 Fr 0,86 FRANCIUM	88 Ra 0,97 RADIUM	89 Ac 1,0 AKTINIUM																		

14,0067 — relativní atomová hmotnost
 7 **N** — značka (symbol) prvku
 3,1 — elektronegativita
 7 — protonové číslo
 dusík — český název

140,12	140,9077	144,24	(145)	150,4	151,96	157,25	158,9254	162,50	164,9304	167,26	168,9342	173,04	174,97
58 Ce 1,1 CER	59 Pr 1,1 PRASEODYM	60 Nd 1,1 NEODYM	61 Pm 1,1 PROMETHIUM	62 Sm 1,1 SAMARIUM	63 Eu 1,0 EUROPIUM	64 Gd 1,1 GADOLINIUM	65 Tb 1,1 TERBIUM	66 Dy 1,1 DYSPROSIUM	67 Ho 1,1 HOLMIUM	68 Er 1,1 ERBIUM	69 Tm 1,1 THULIUM	70 Yb 1,1 YTERBIUM	71 Lu 1,1 LUTECIUM
232,0381	231,0359	238,029	237,0482	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(254)	(257)	(258)	(259)	(260)
90 Th 1,1 THORIUM	91 Pa 1,1 PROTAKTINIUM	92 U 1,2 URAN	93 Np 1,2 NEPTUNIUM	94 Pu 1,2 PLUTONIUM	95 Am 1,2 AMERICIUM	96 Cm 1,2 CURIUM	97 Bk 1,2 BERKELIUM	98 Cf 1,2 KALIFORNIUM	99 Es 1,2 EINSTEINIUM	100 Fm 1,2 FERMIUM	101 Md 1,2 MENDELEVIUM	102 No 1,2 NOBELIUM	103 Lr 1,2 LAWRENCIUM

POSTRANNÍ ŘETĚZEC AMINOKYSELIN

NEPOLÁRNÍ

Gly

Ala

Val

Leu

Ile

Pro

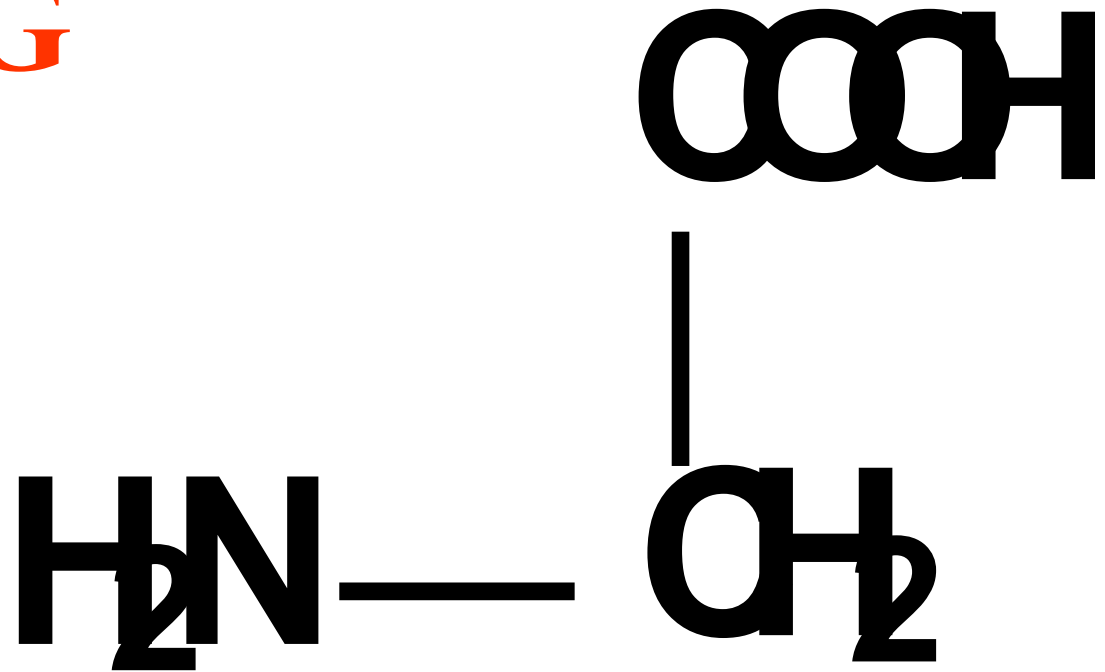
Met

Phe

Trp

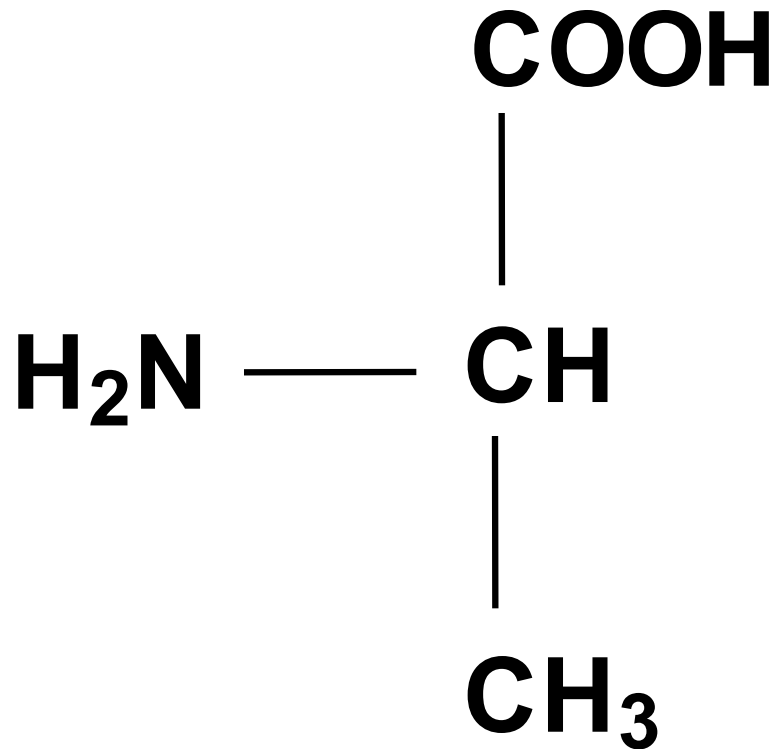
Glycin

Gly G



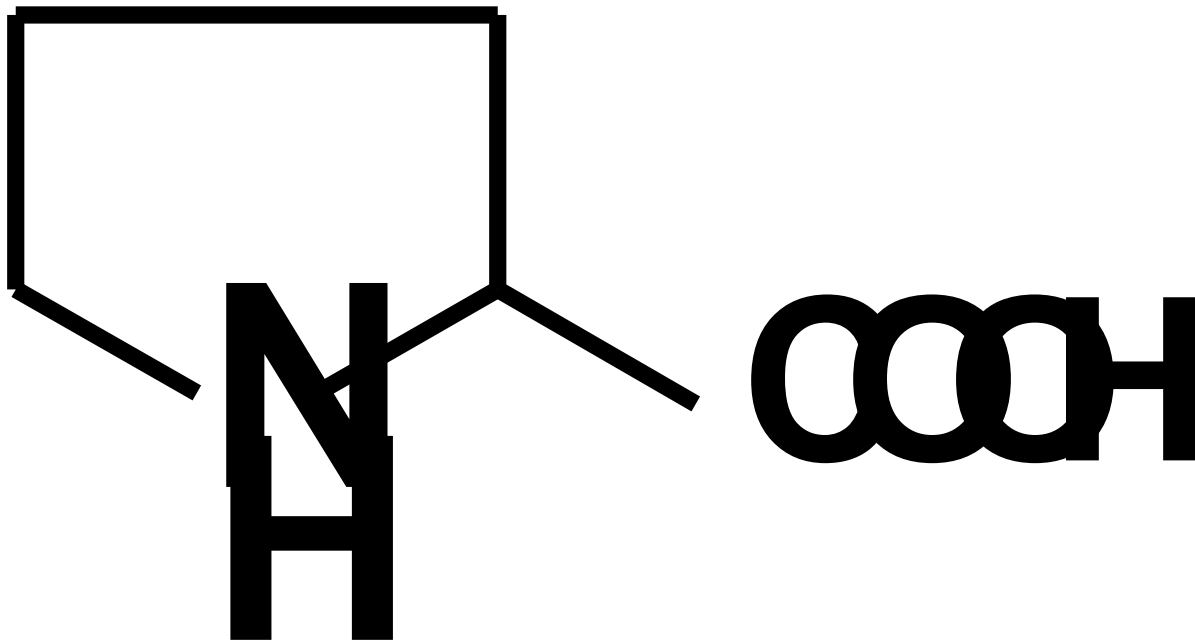
Alanin

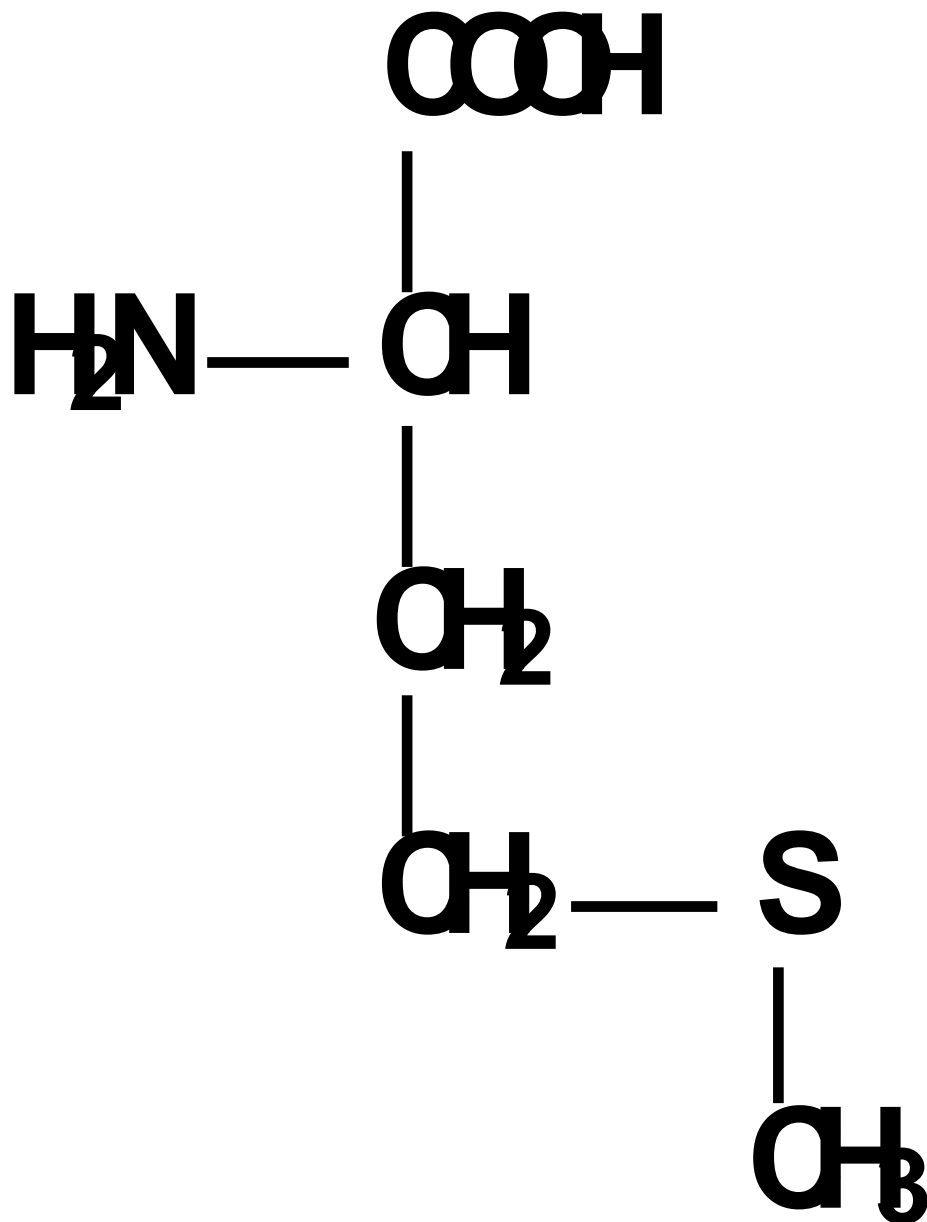
Ala A



Prolin

Pro P

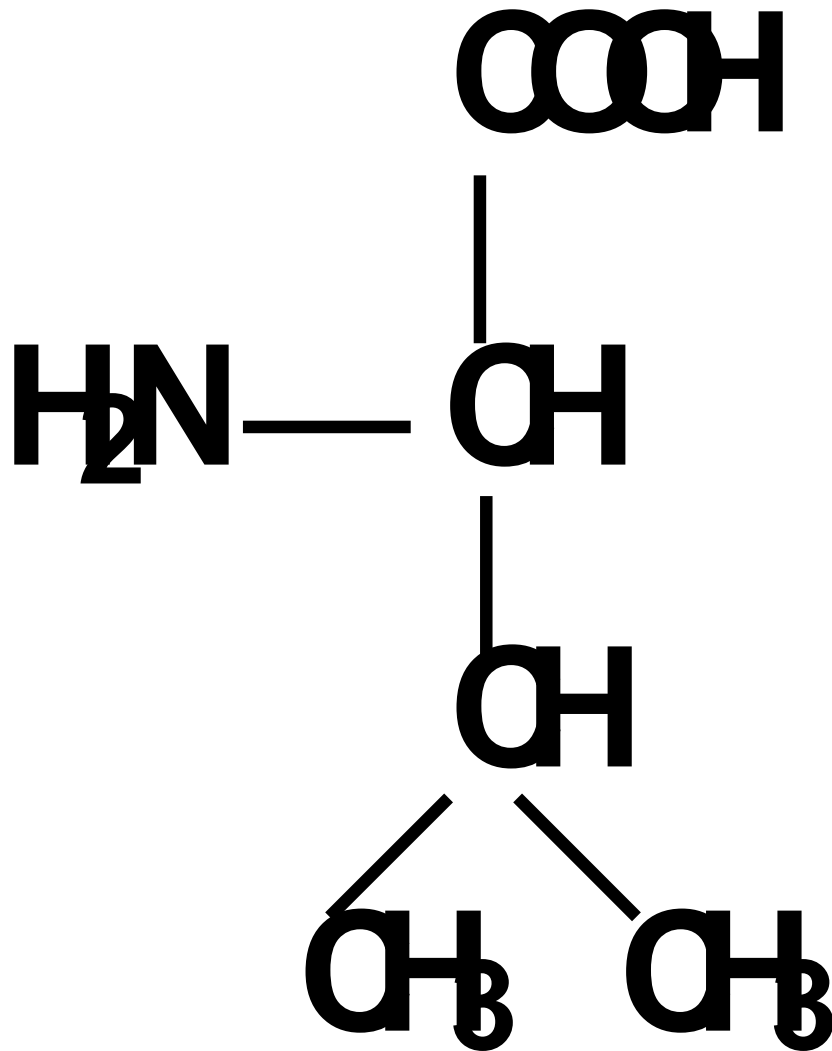




Methionin

Met M

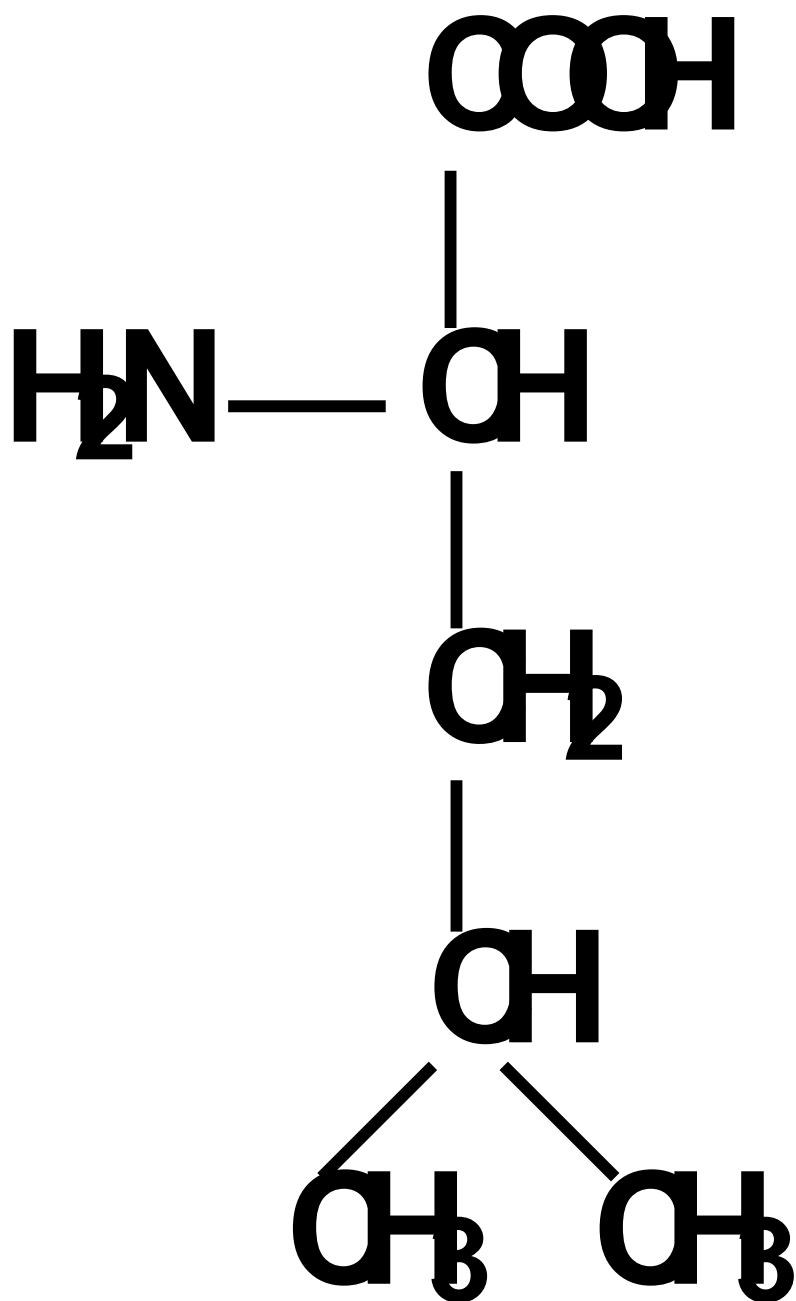
esenciální AA



Valin

Val V

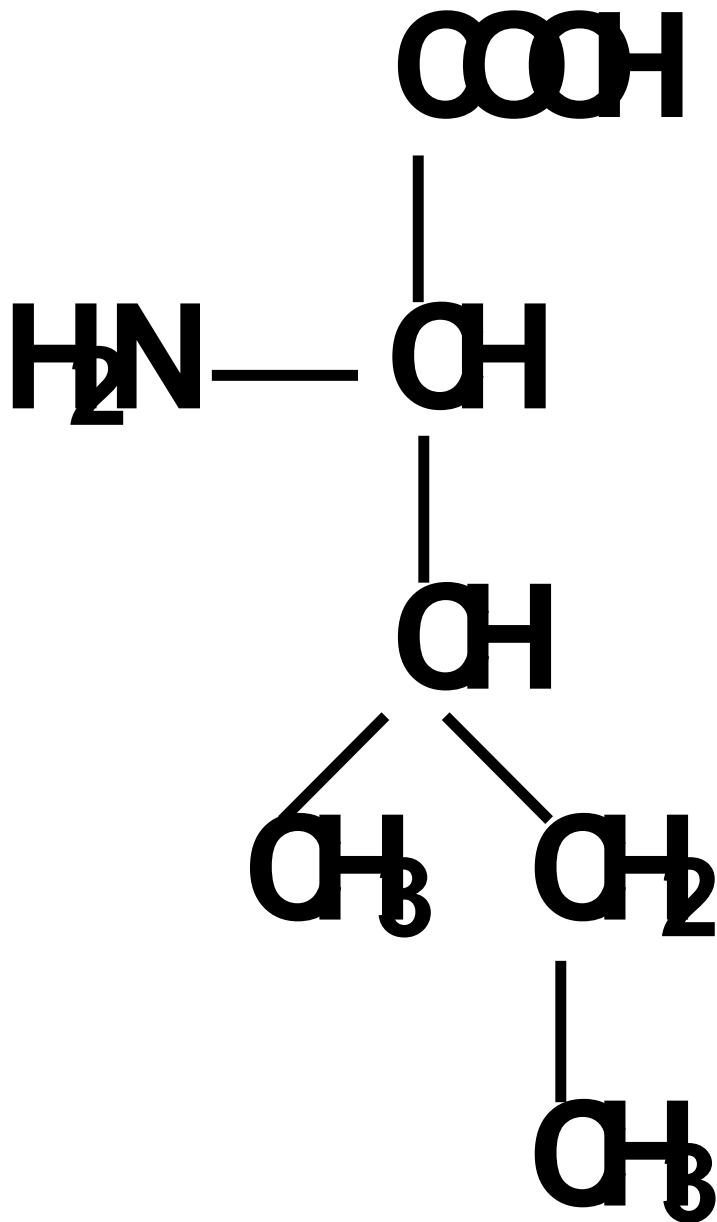
esenciální AA



Leucin

Leu L

esenciální AA

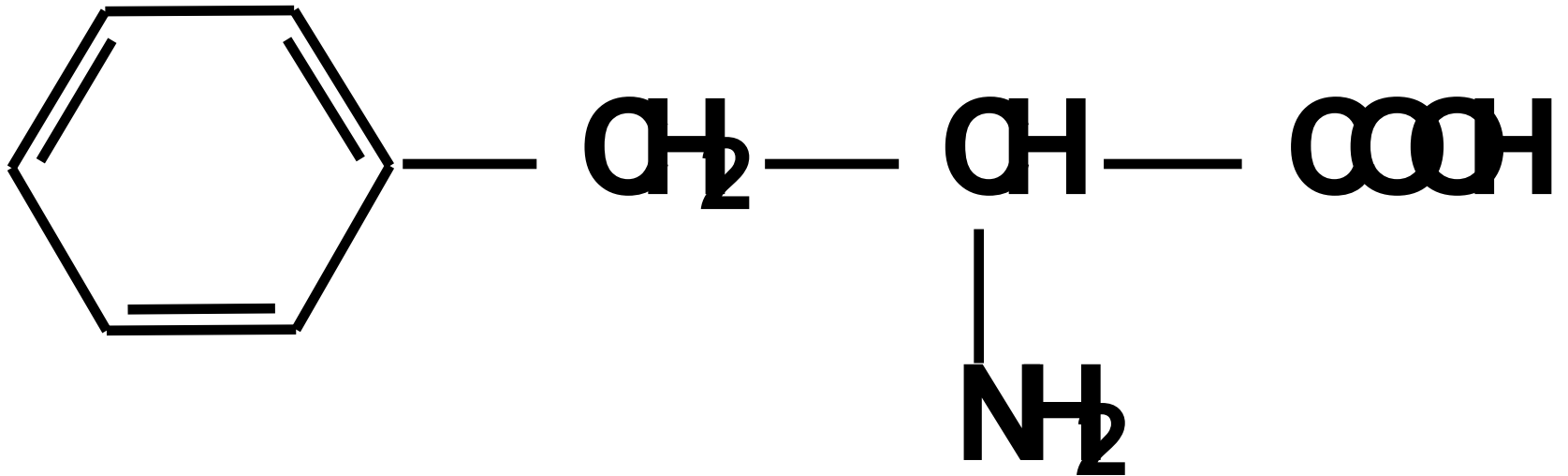


Isoleucin
Ile I
esenciální AA

Phenylalanin

Phe F

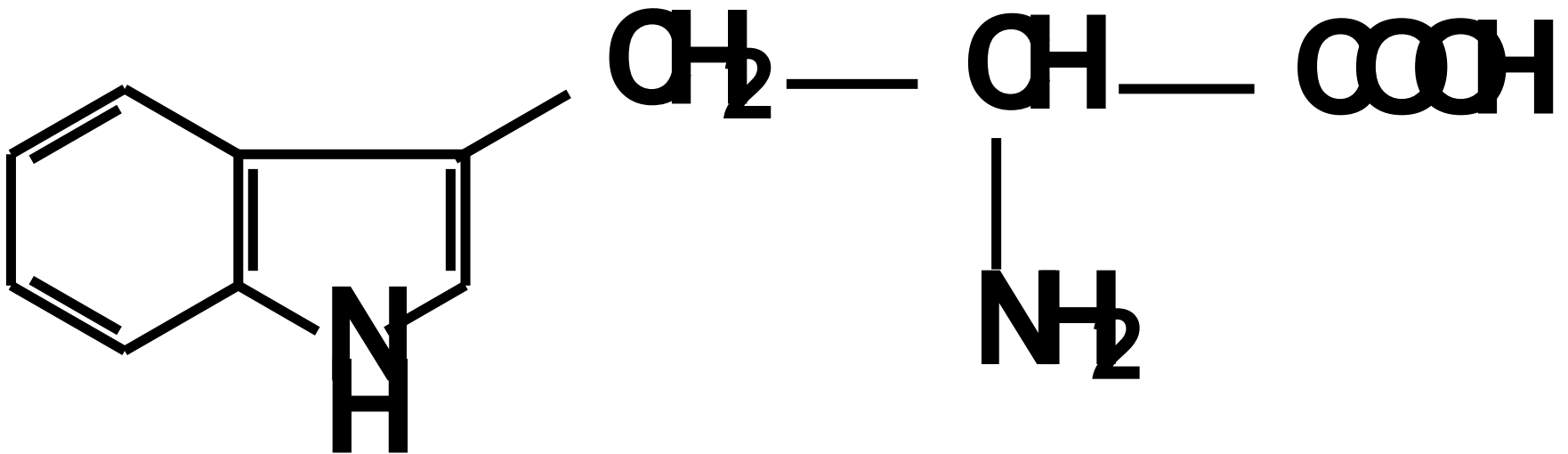
esenciální AA

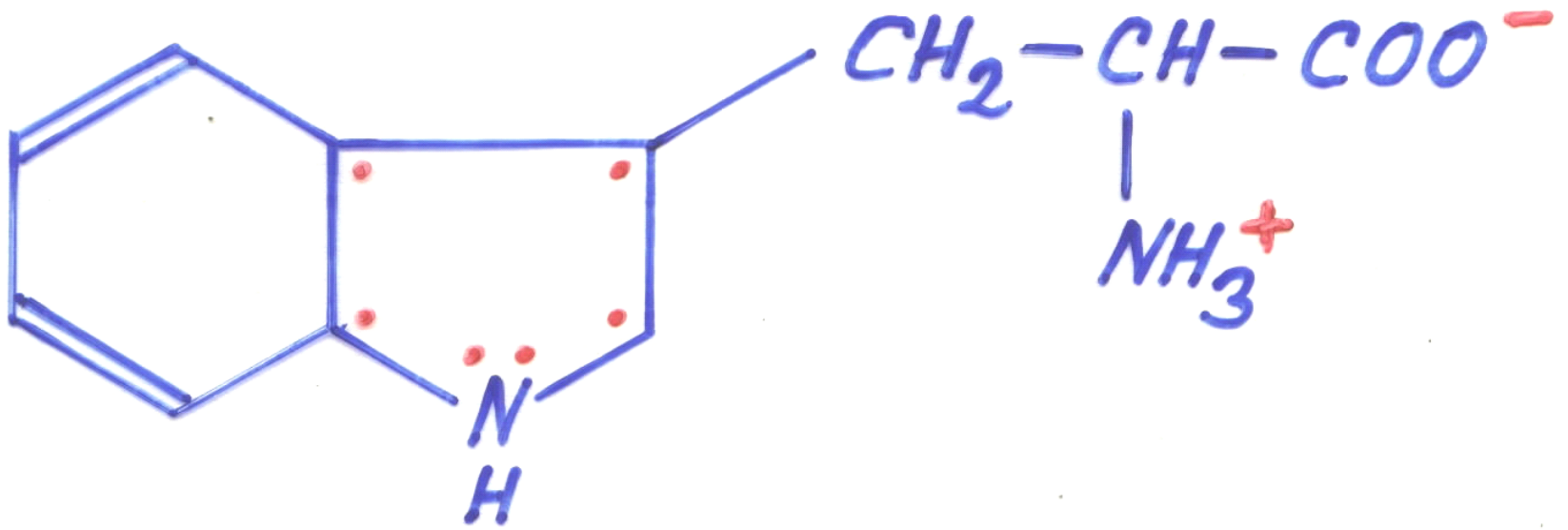


Tryptofan

Trp W

esenciální AA





Trp

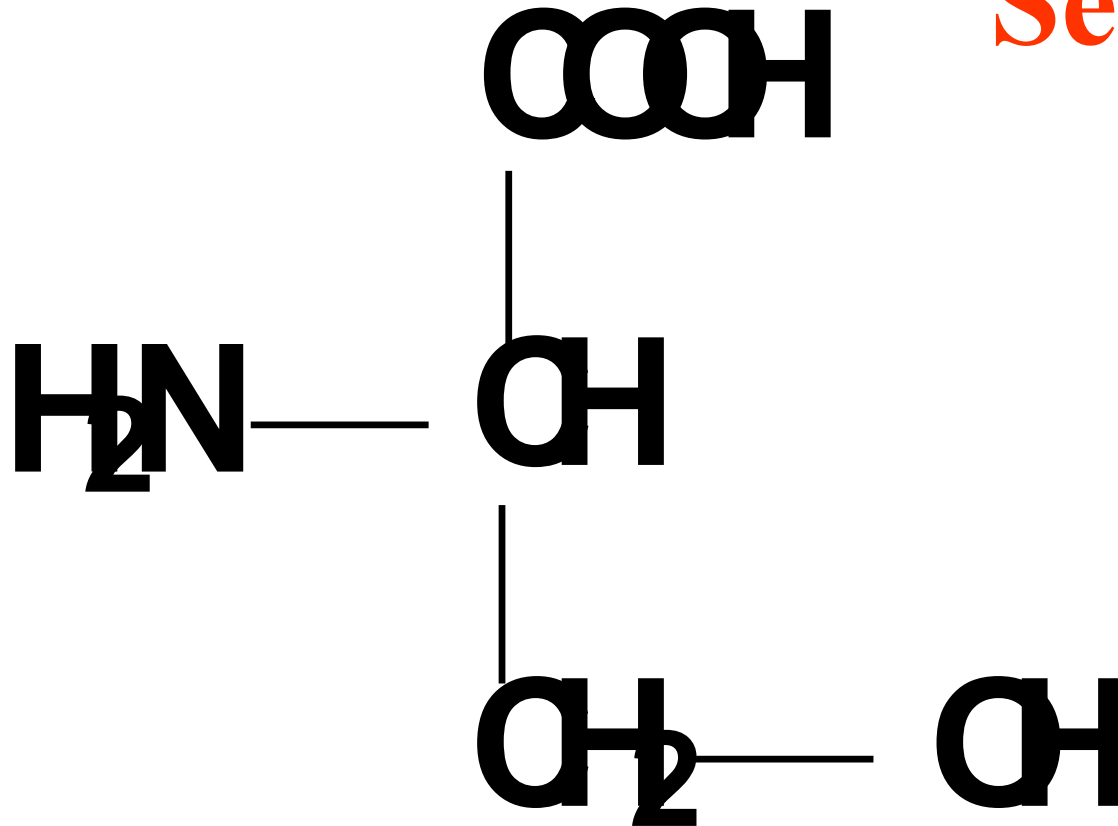
POSTRANNÍ ŘETĚZEC AMINOKYSELIN

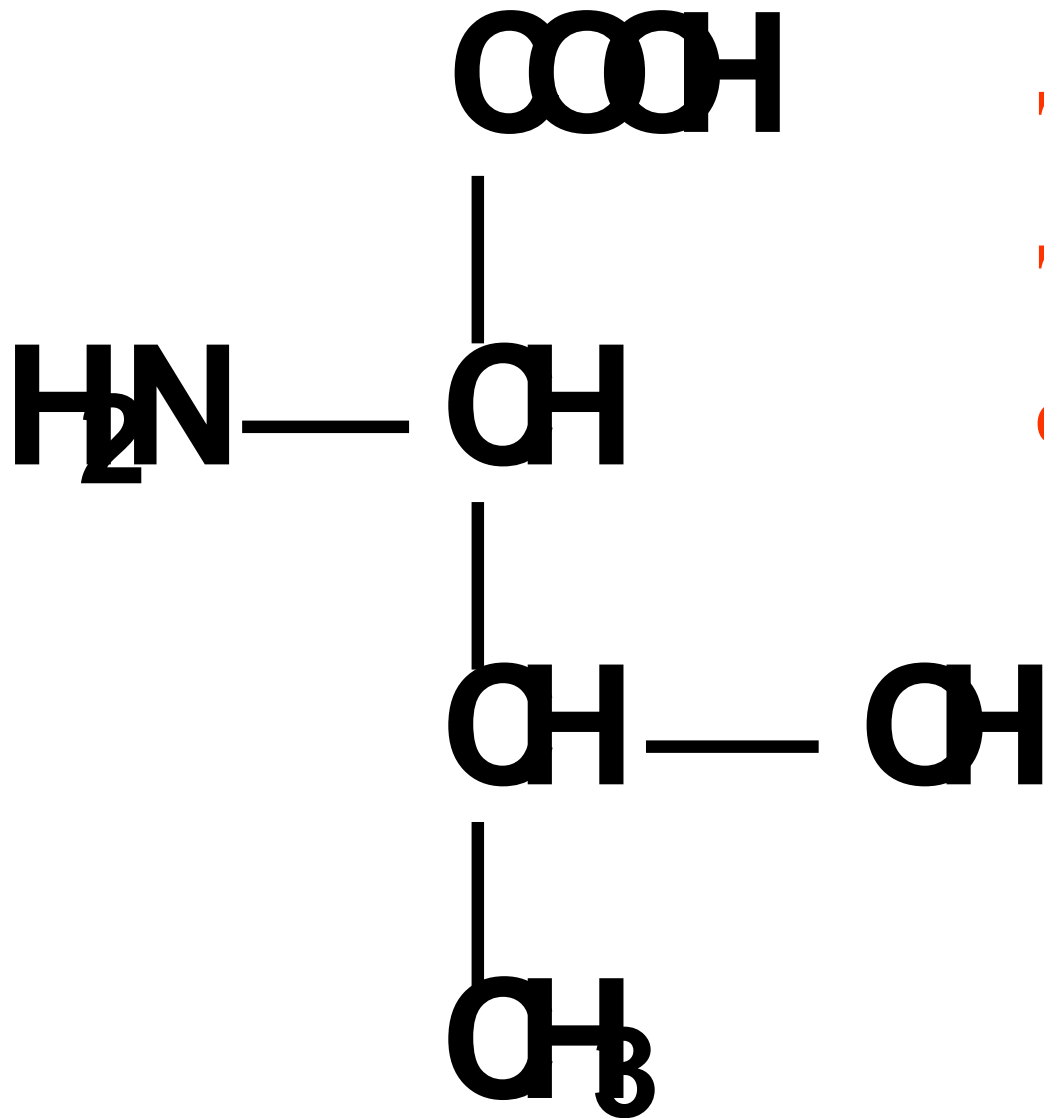
POLÁRNÍ, NEIONIZUJÍCÍ

Ser Thr Cys Tyr (Hpr)
Asn Gln

Serin

Ser S

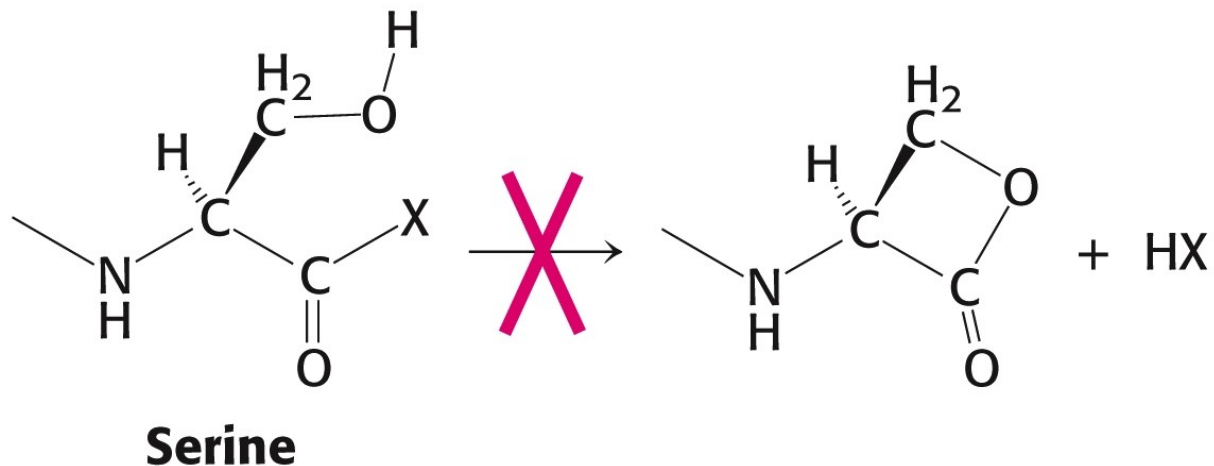
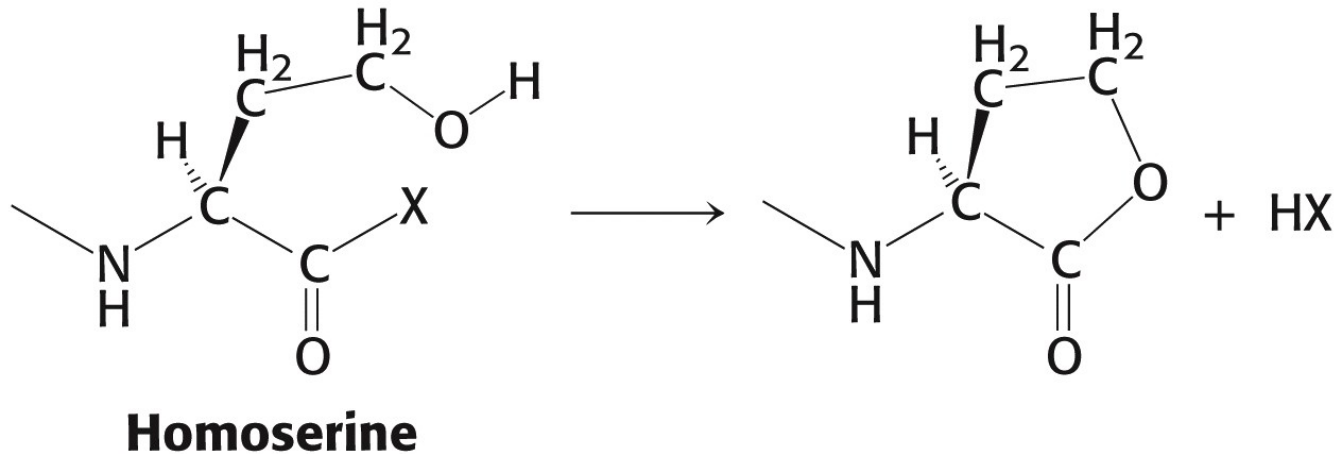


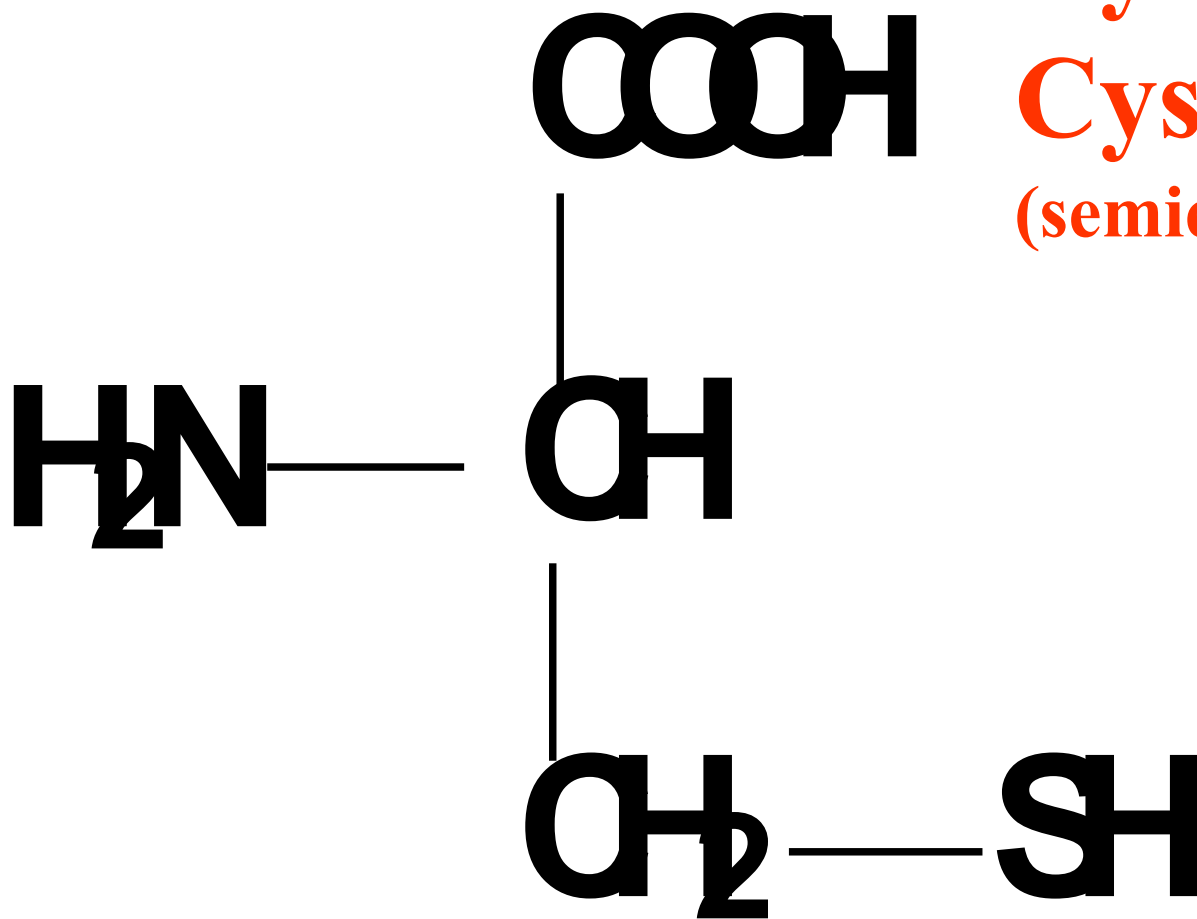


Threonin
Thr T
esenciální AA

Ochrana proti nežádoucí reaktivitě AA:

-OH skupina je u Ser a Thr na 3. uhlíku. Vytvořit lakton (vnitřní ester) nelze pro vysoké pnutí vazeb v čtyřčlenném kruhu. Homoserin (-OH skupina na 4. uhlíku) lakton tvoří.

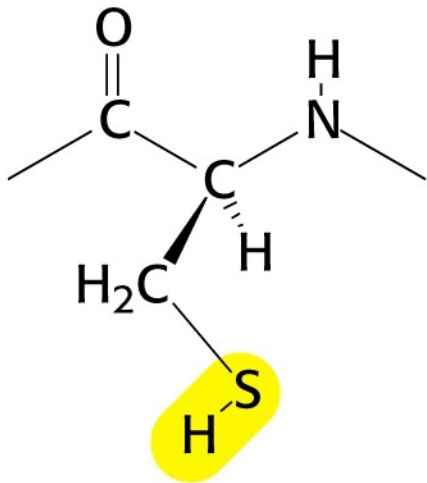




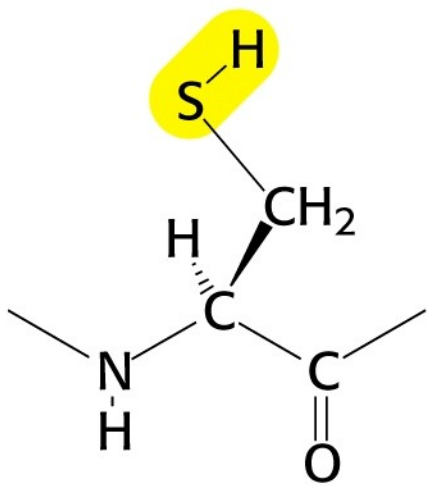
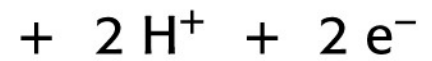
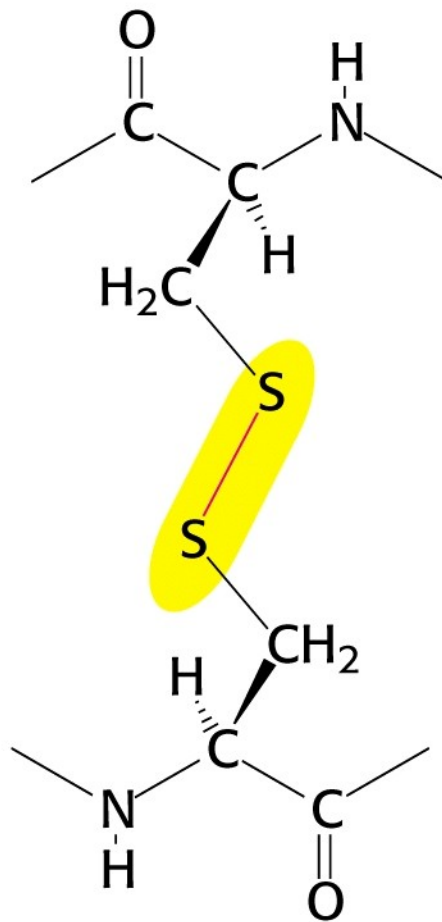
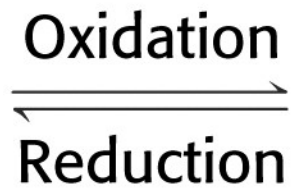
Cystein

Cys C

(semiesenciální AA)



Cysteine

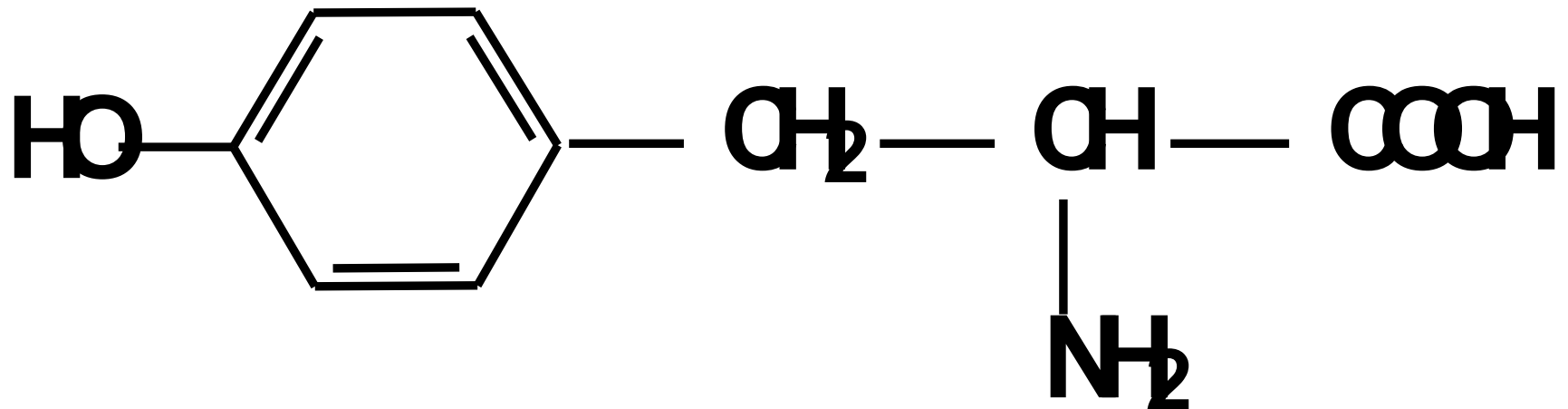


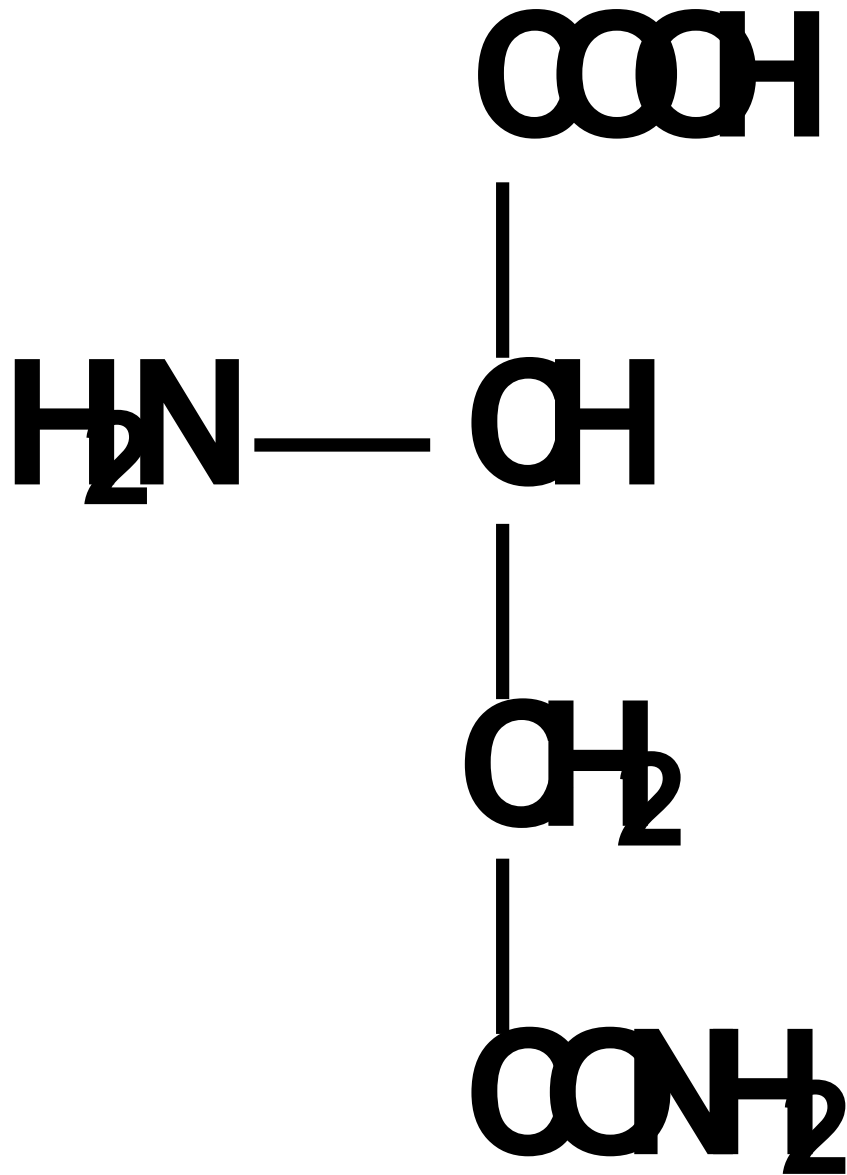
Cysteine

Cystine

Tyrosin

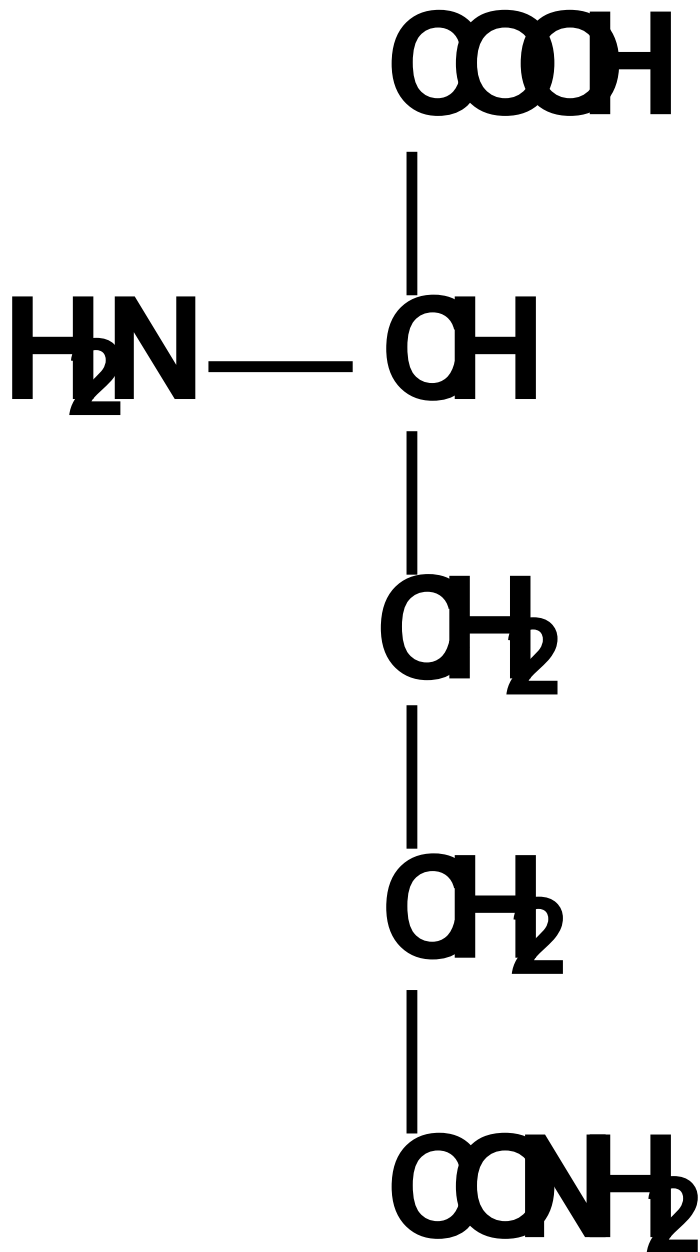
Tyr Y





Asparagin

Asn D



Glutamin

Gln Q

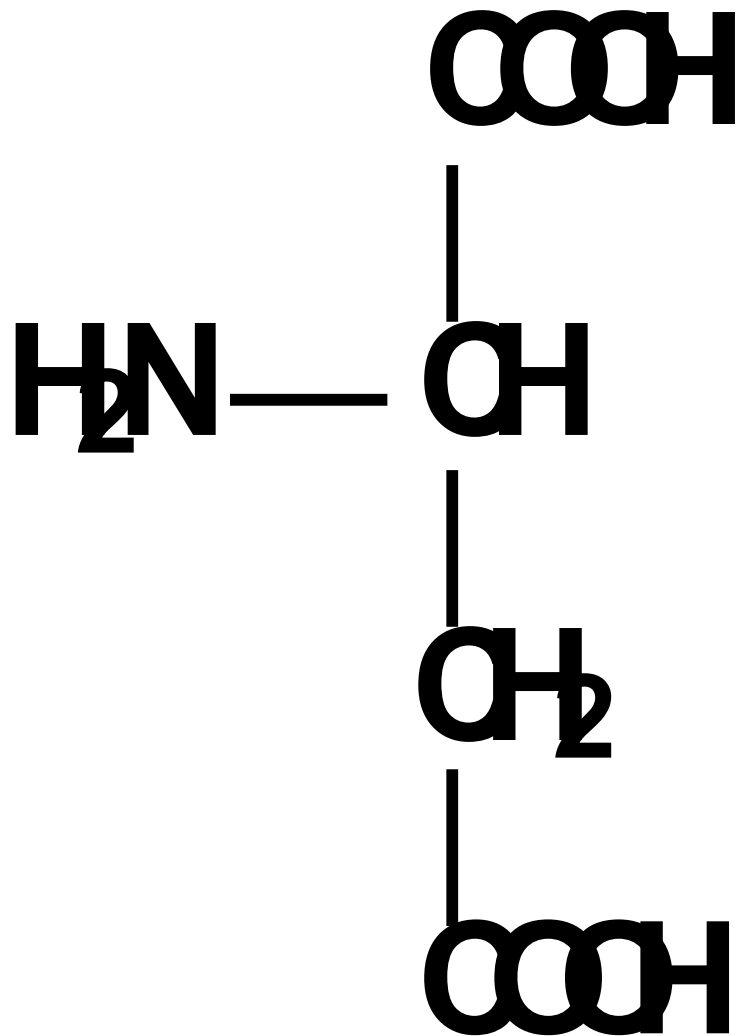
Glx je společný symbol
pro Glu neb Gln

POSTRANNÍ ŘETĚZEC AMINOKYSELIN

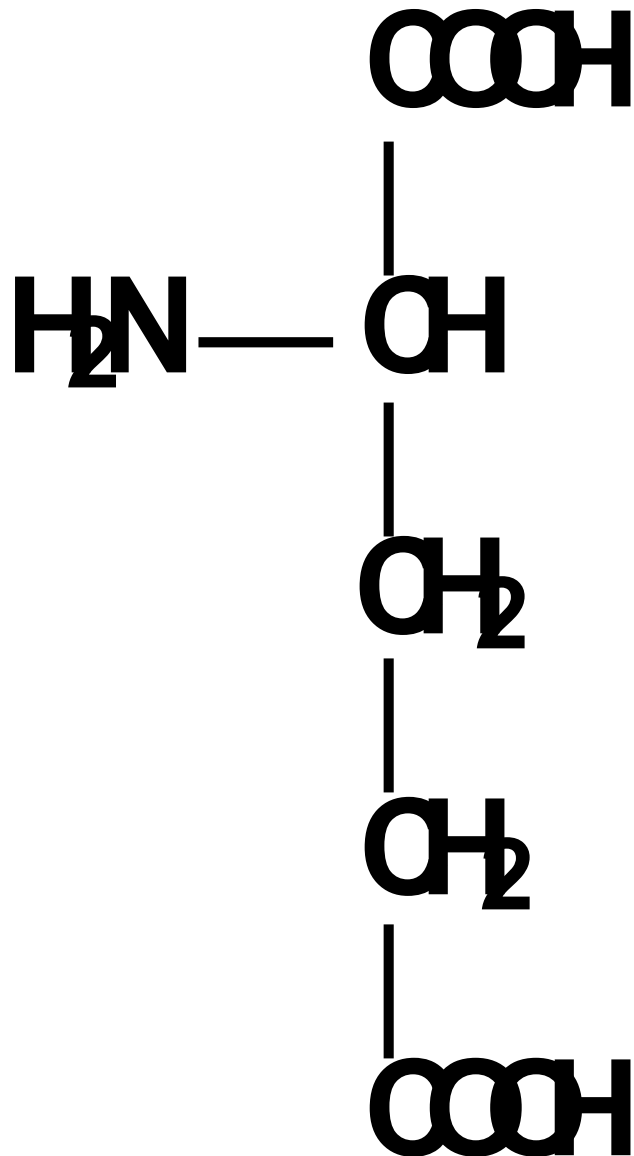
POLÁRNÍ, IONIZUJÍCÍ

- kyselý: Asp Glu

- zásaditý: His, Lys, Arg



Asparagová kys.
Asp D



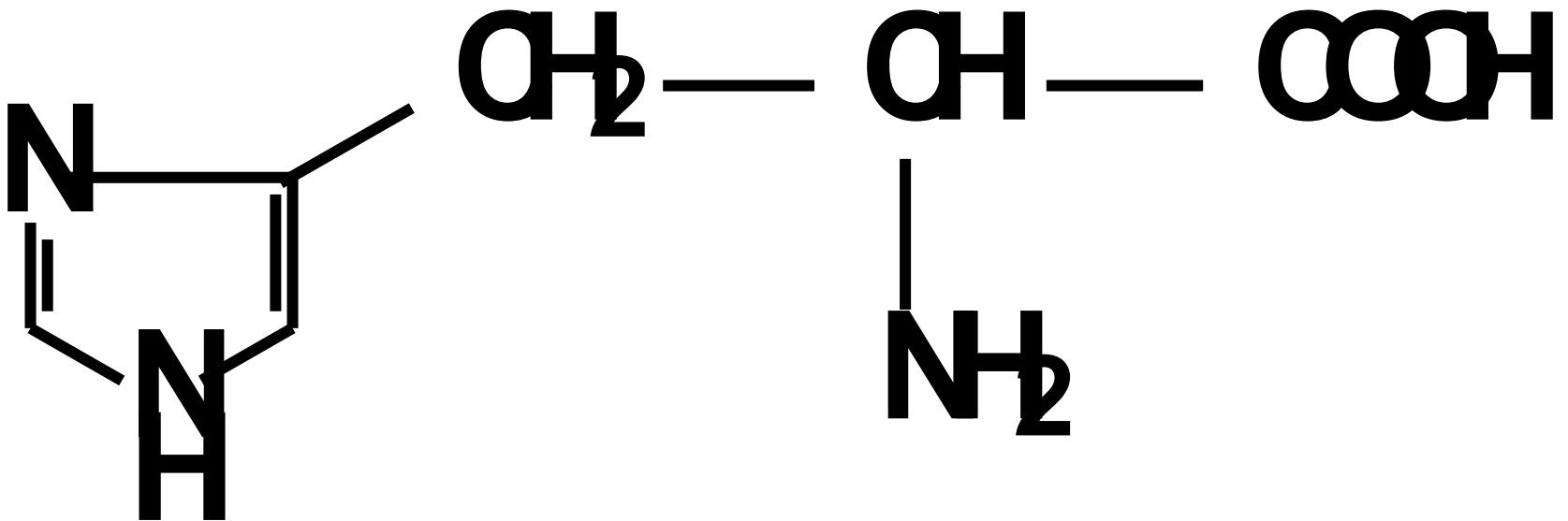
Glutamová kys.

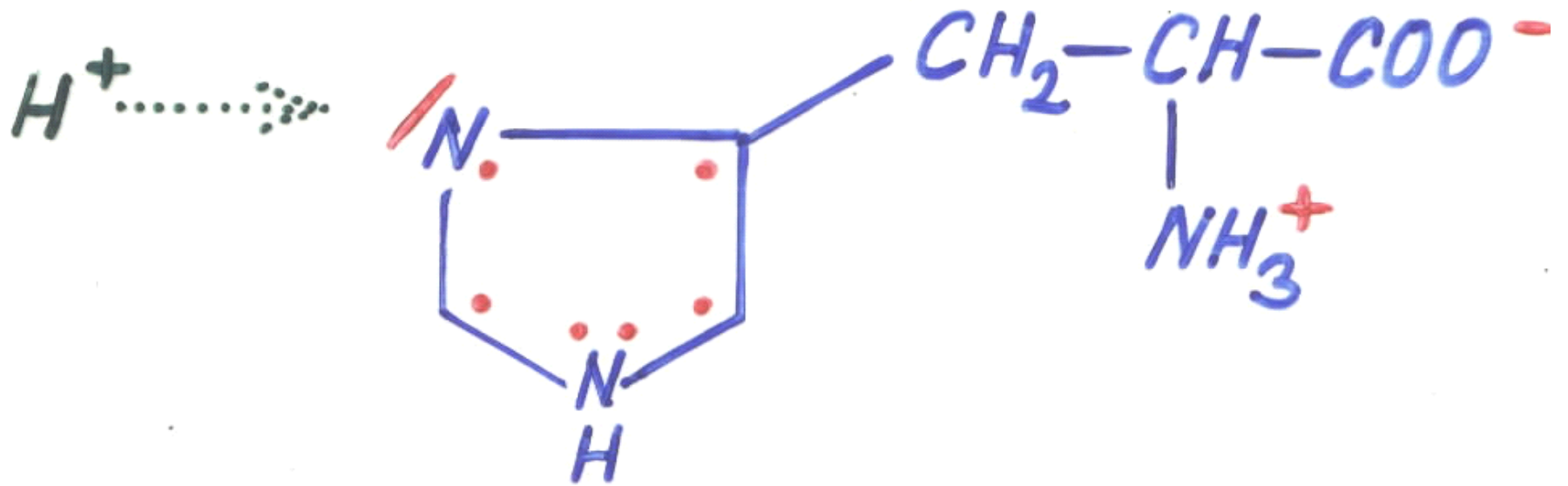
Glu E

Histidin

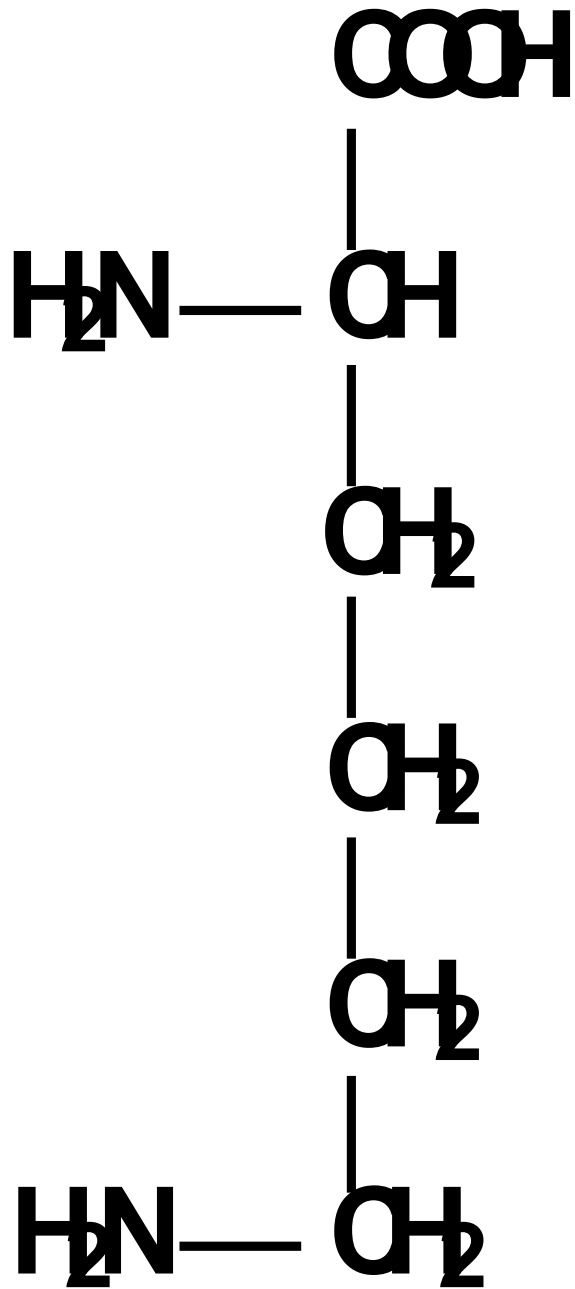
His H

(semiesenciální AA)





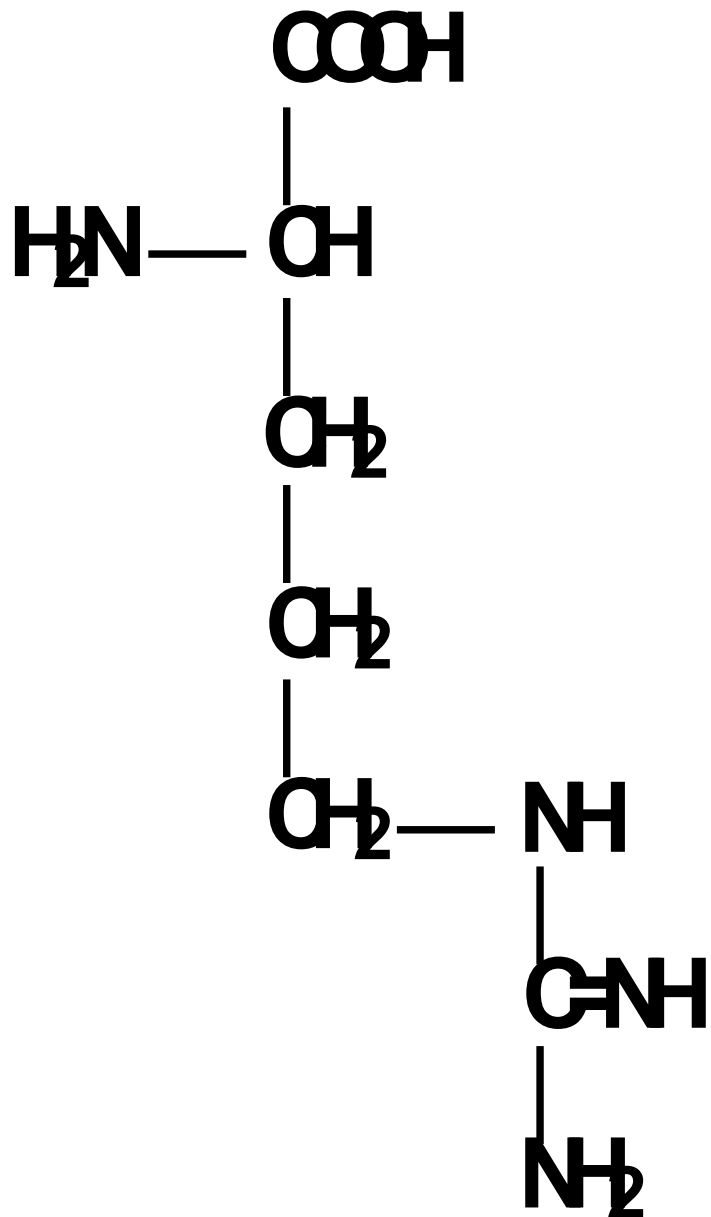
His



Lysin

Lys K

esenciální AA



Arginin

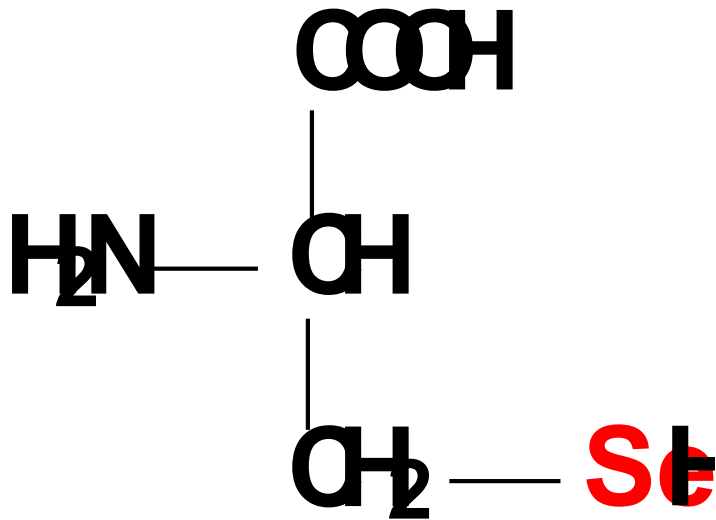
Arg R

(semiesenciální AA)

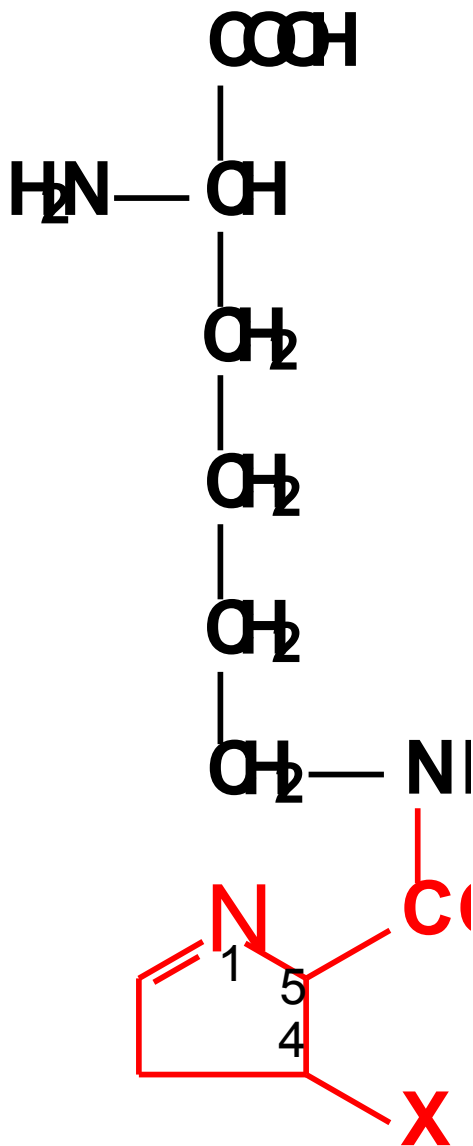
Přirozené proteinogenní aminokyseliny

do r. 1986 bylo známo 20 AA geneticky kódovaných a tedy přítomných v bílkovinách:

21. AA = selenocystein (1986) - síra Cys je zaměněna za selen. V DNA je kódována tripletem UGA (u člověka považován za stop-kodon).



Selenocystein
Sec U



22. AA = pyrrolysin (2002)

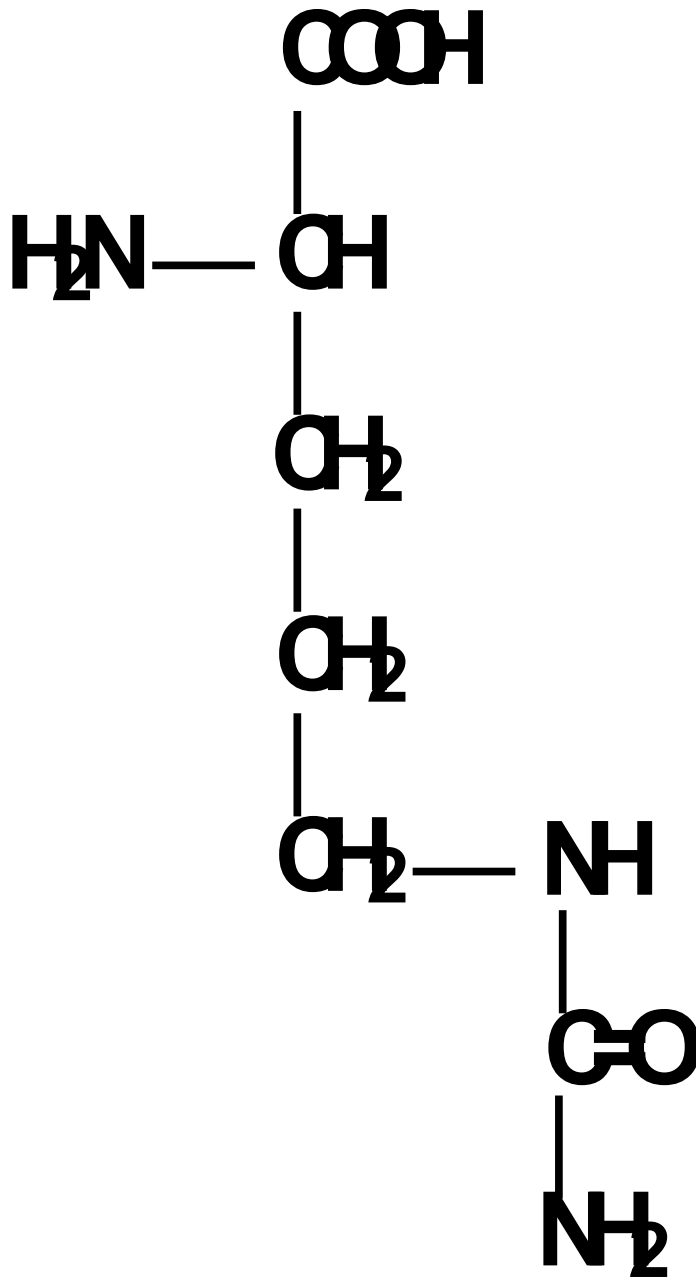
Není dosud známo, že by tato nová AA měla význam pro člověka (výskyt v enzymu metanogenních bakterií, vzorec jen pro ilustraci !)

Jedná se o Lys, na který je amidovou vazbou připojena substituovaná pyrrolin-5-karboxylová kyselina. Tato část molekuly připomíná Pro . (Pro však nemá dvojnou vazbu - je derivátem pyrrolidinu a nikoliv pyrrolinu.)

Za substituenty „X“ jsou považovány -CH₃ , -NH₂ , -OH .

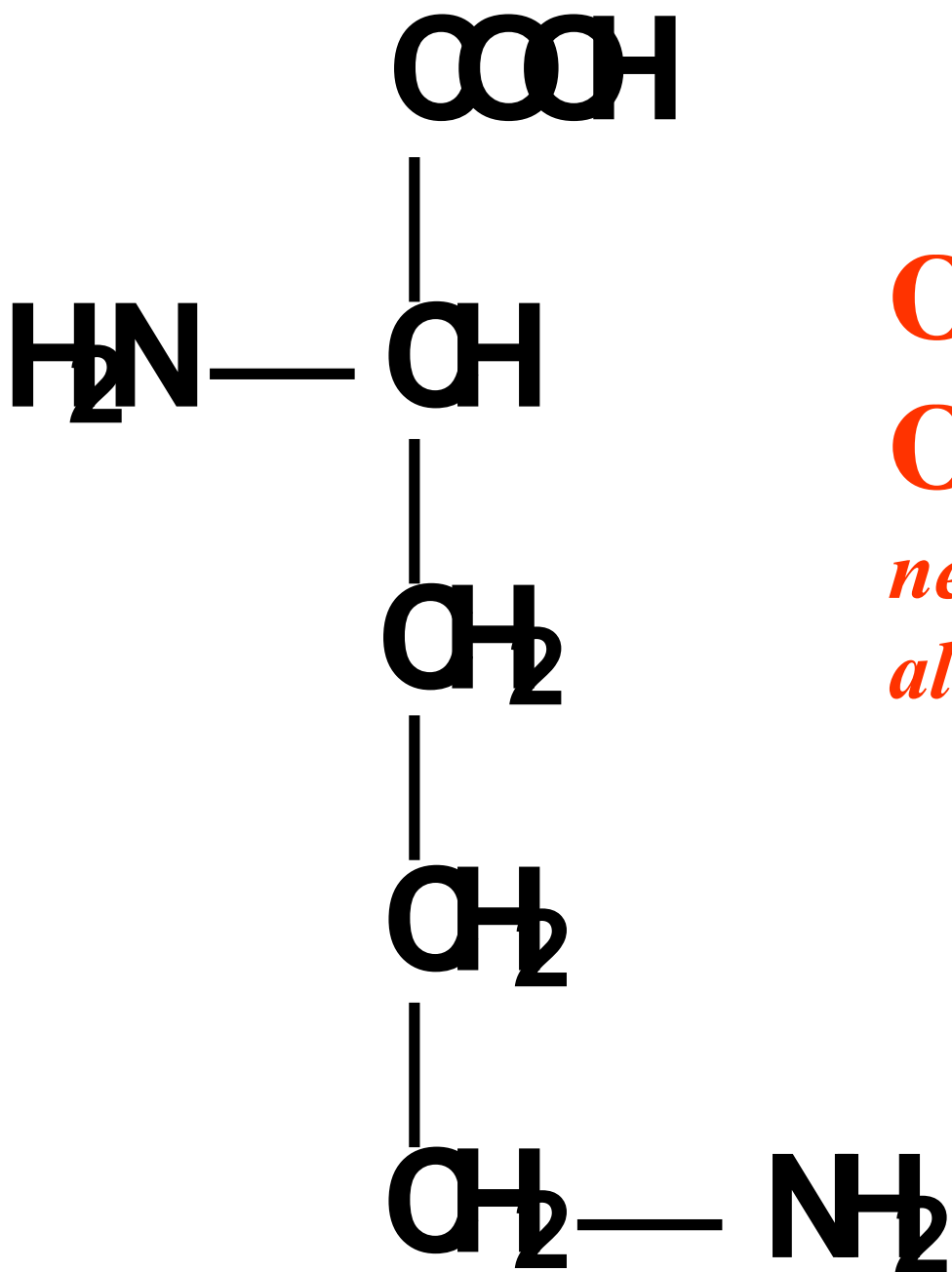
V DNA je AA kódována tripletem UAG (u člověka považován za stop-kodon⁴⁴)

Neproteinogenní aminokyseliny



Citrullin

- -
*není proteinogenní AA,
 ale AA ureosynthesis !!*



Ornithin

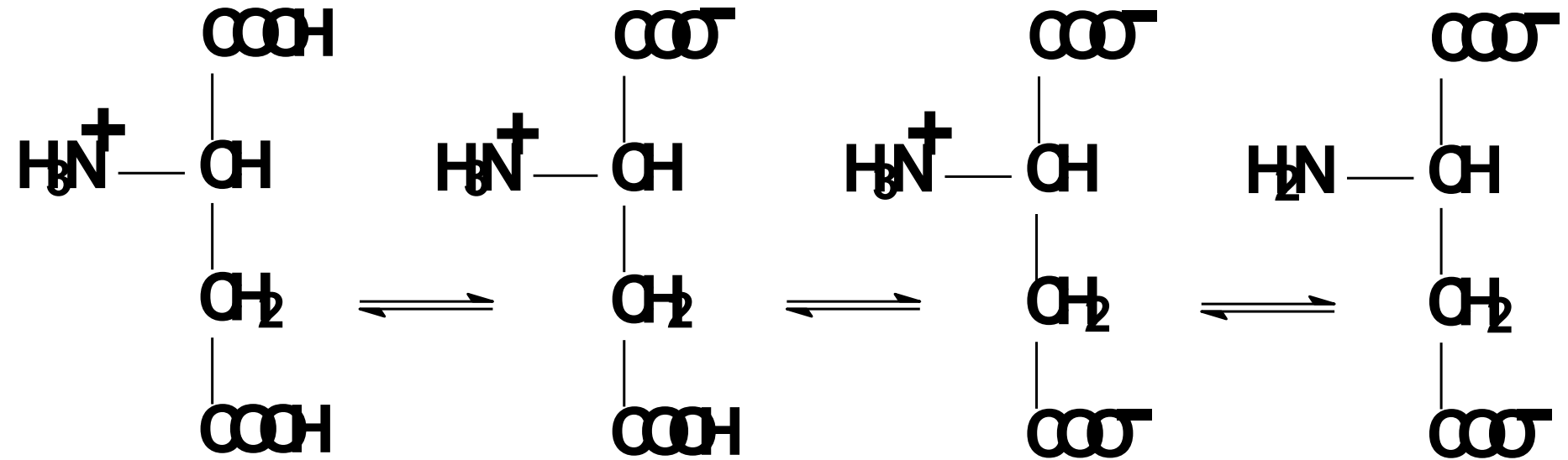
Orn -

*není proteinogenní AA,
ale AA ureosynthesis !!*

NEIONIZOVANÉ AMINOKYSELINY NEEXISTUJÍ

(i když je tak někdy píšeme !!)

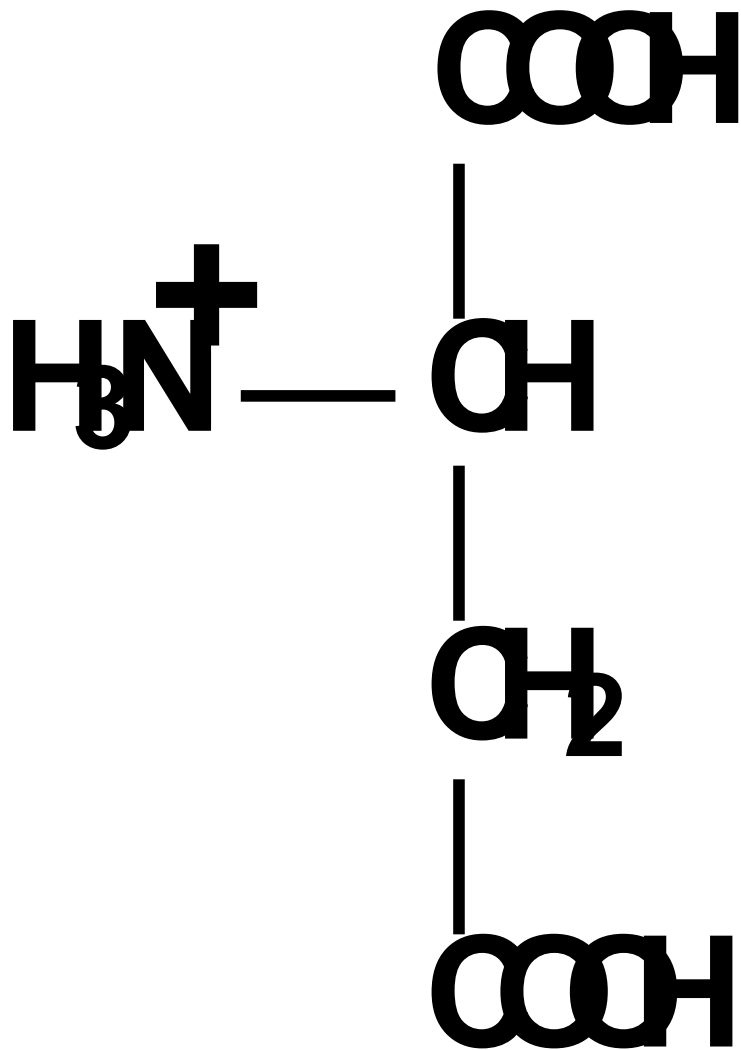
Asp



$\text{pK}_1 = 2,19$

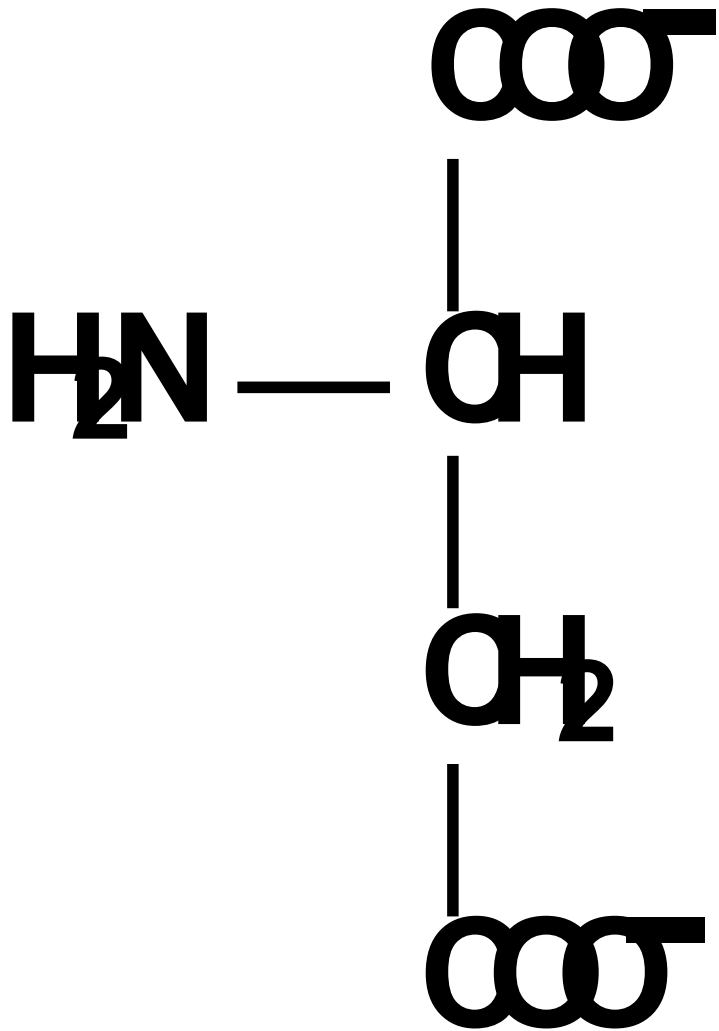
$\text{pK}_2 = 3,87$

$\text{pK}_3 = 9,82$



$\text{pH} < \text{pK}_a \alpha\text{-COOH}$

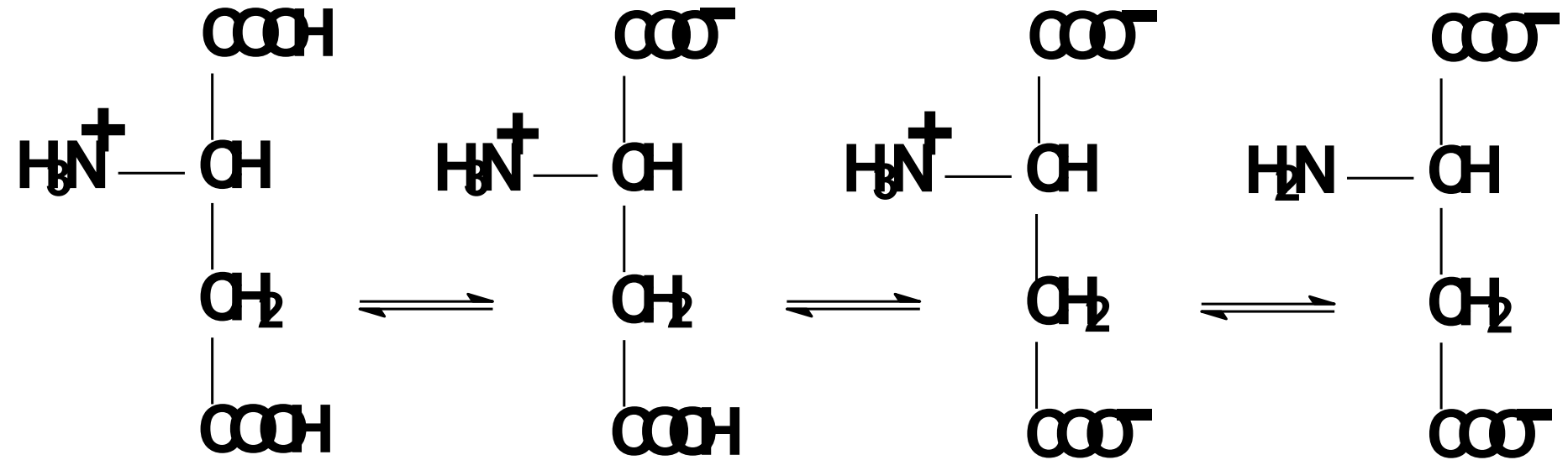
H^+ jsou vázány na všech
disociovatelných skupinách



$\text{pH} > \text{pK}_a \alpha\text{-NH}_3^+$

H^+ jsou oddisociovány
ze všech skupin

Asp



$\text{pK}_1 = 2,19$

$\text{pK}_2 = 3,87$

$\text{pK}_3 = 9,82$

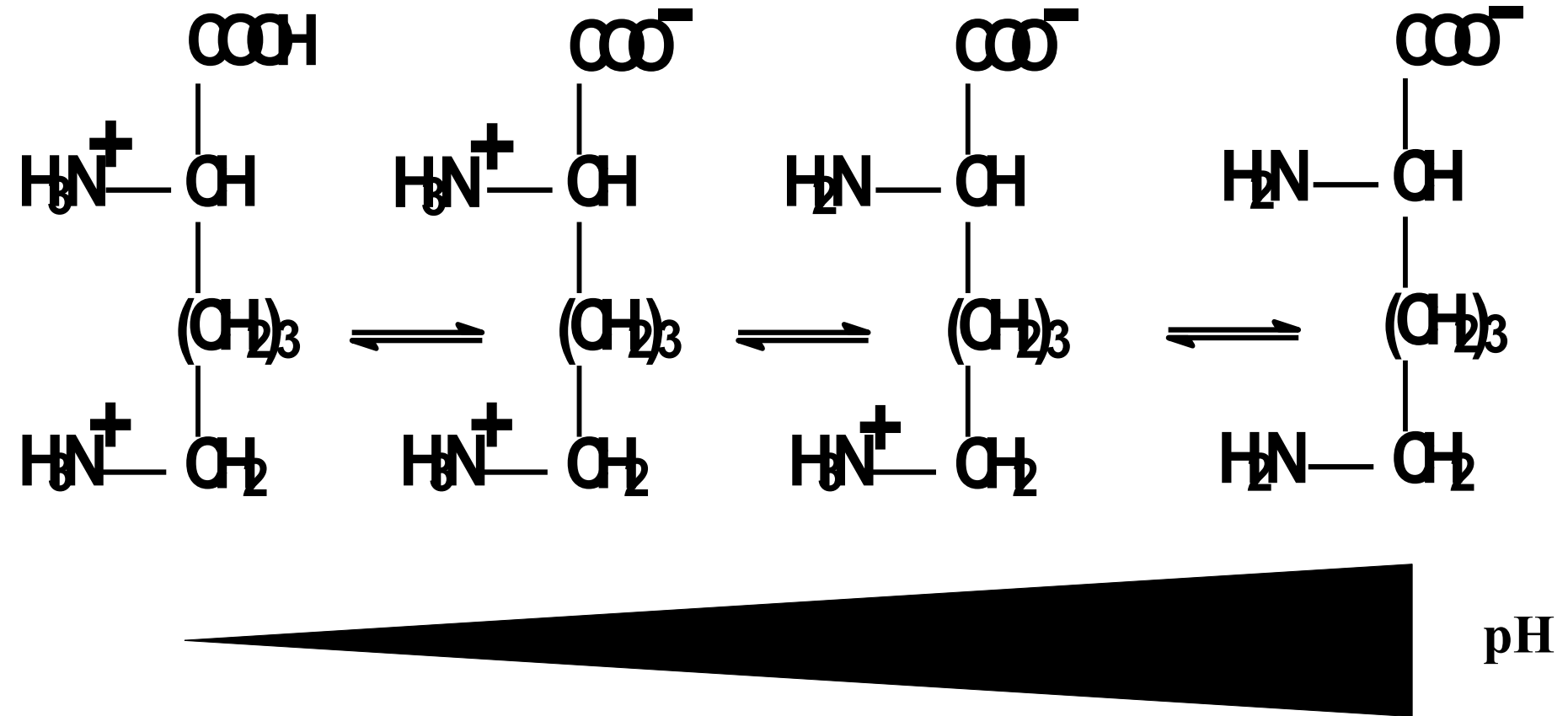
POŘADÍ DISOCIACE SHODNÝCH FUNKČNÍCH SKUPIN

Jsou-li v aminokyselině (AA) přítomny 2 shodné funkční skupiny (dikarboxylová AA nebo diaminokyselina), potom funkční skupina vázaná na α -uhlík



odštěpuje H^+ (disociuje) při nižším pH než druhá shodná skupina na postranním řetězci.

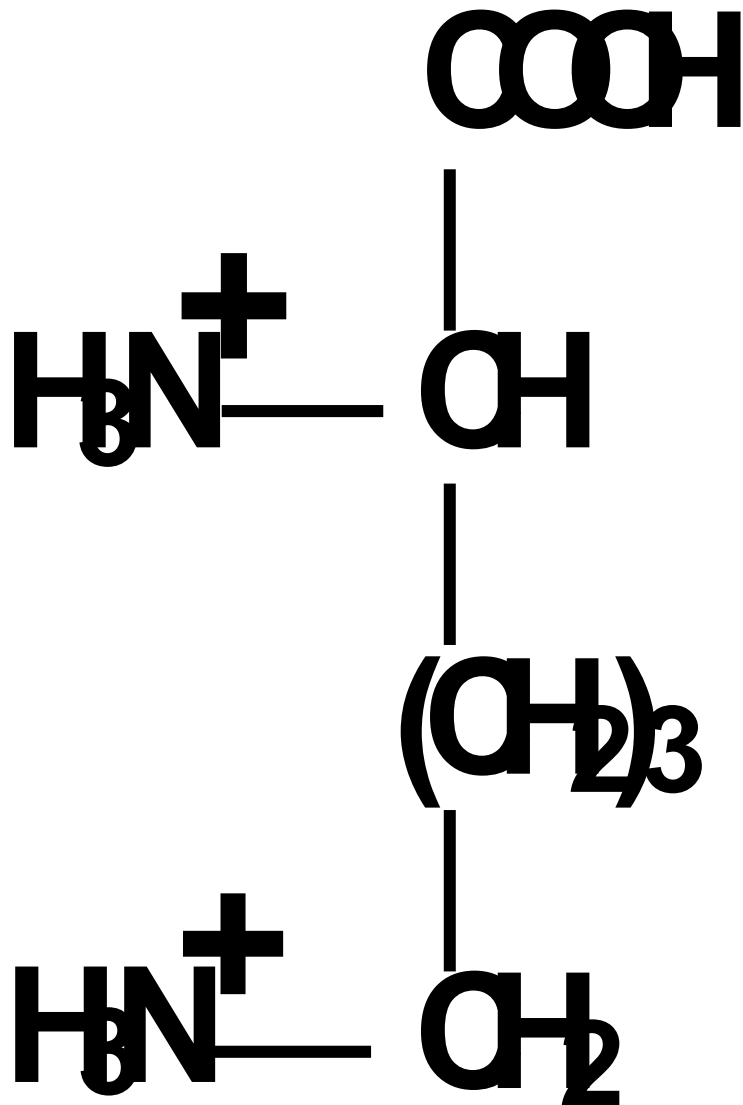
Lys



$\text{pK}_1 = 2,18$

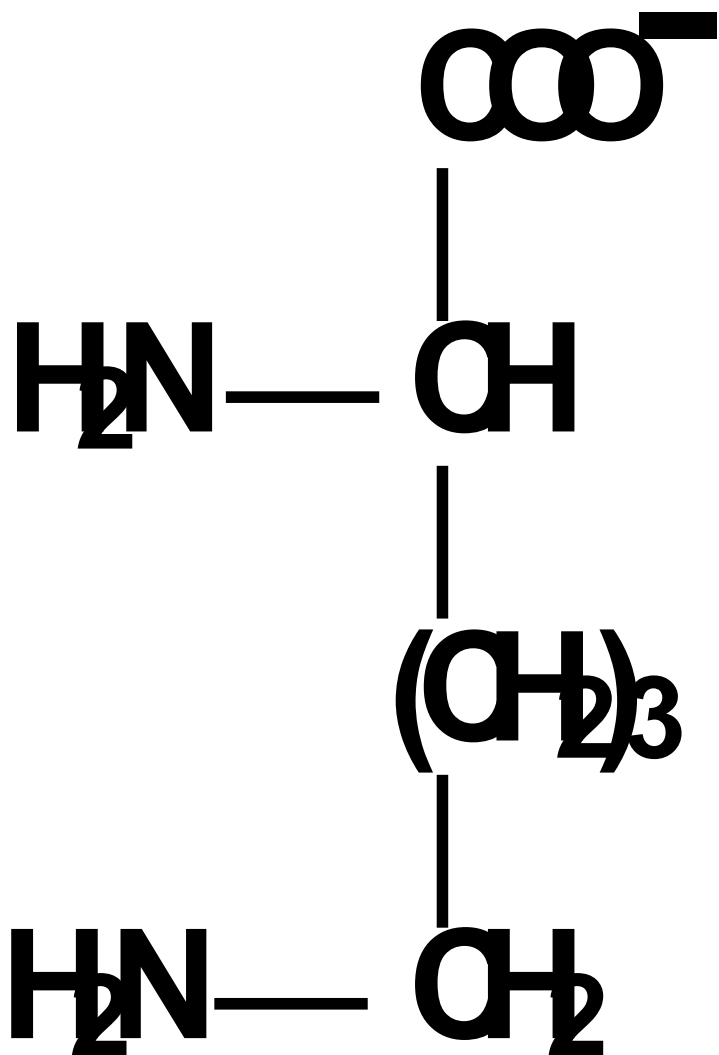
$\text{pK}_2 = 8,93$

$\text{pK}_3 = 10,55$



$\text{pH} < \text{pK}_a \alpha\text{-COOH}$

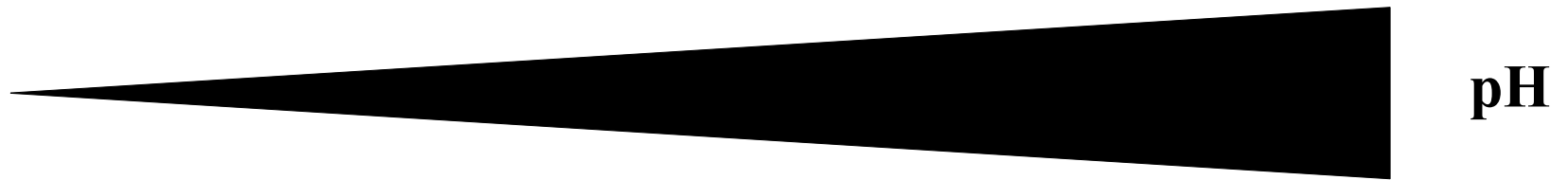
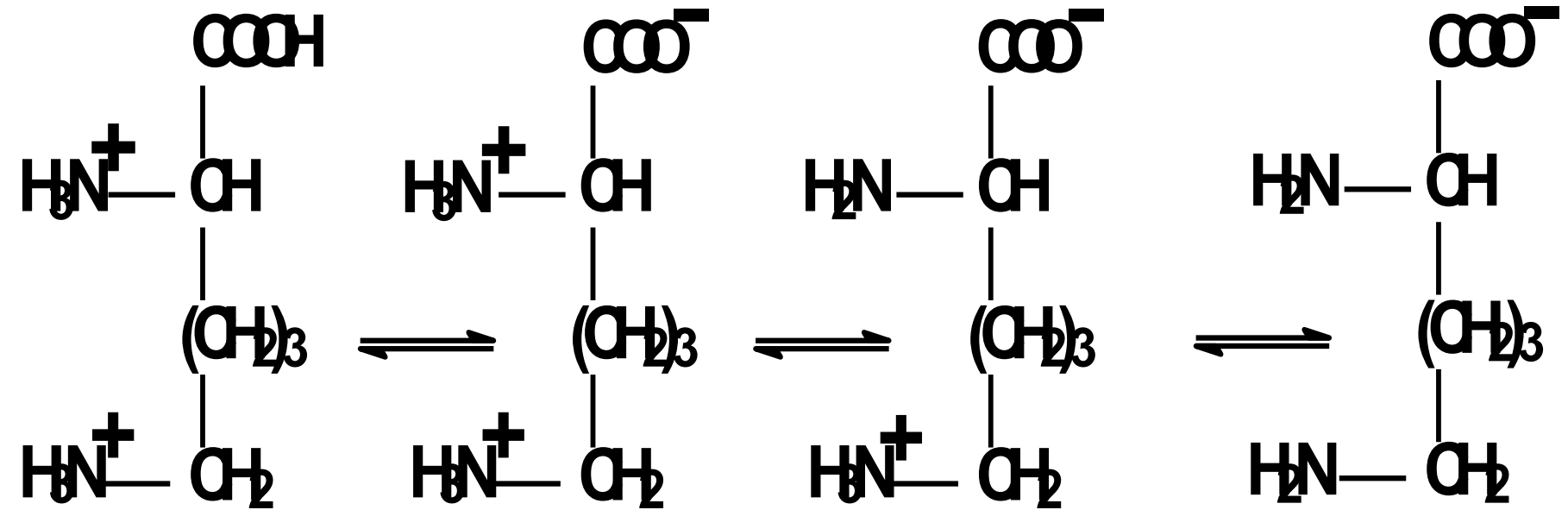
H^+ jsou vázány na všech disociovatelných skupinách



$\text{pH} > \text{pK}_a \text{ } \epsilon\text{-NH}_3^+$

H⁺ jsou oddisociovány ze všech skupin

Lys



$\text{pK}_1 = 2,18$

$\text{pK}_2 = 8,93$

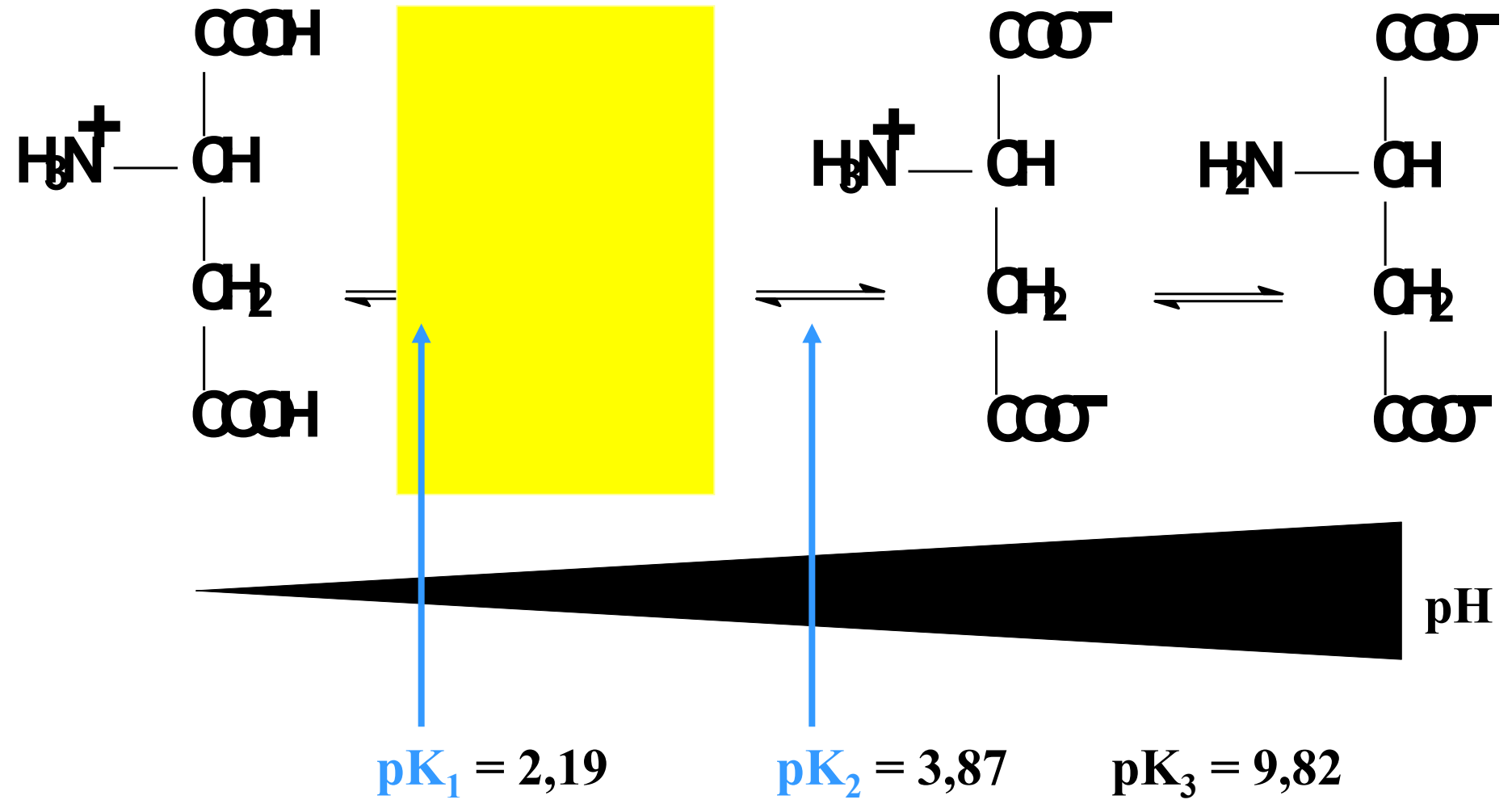
$\text{pK}_3 = 10,55$

ISOELEKTRICKÝ BOD

Aminokyselina/bílkovina za isoelektrického bodu

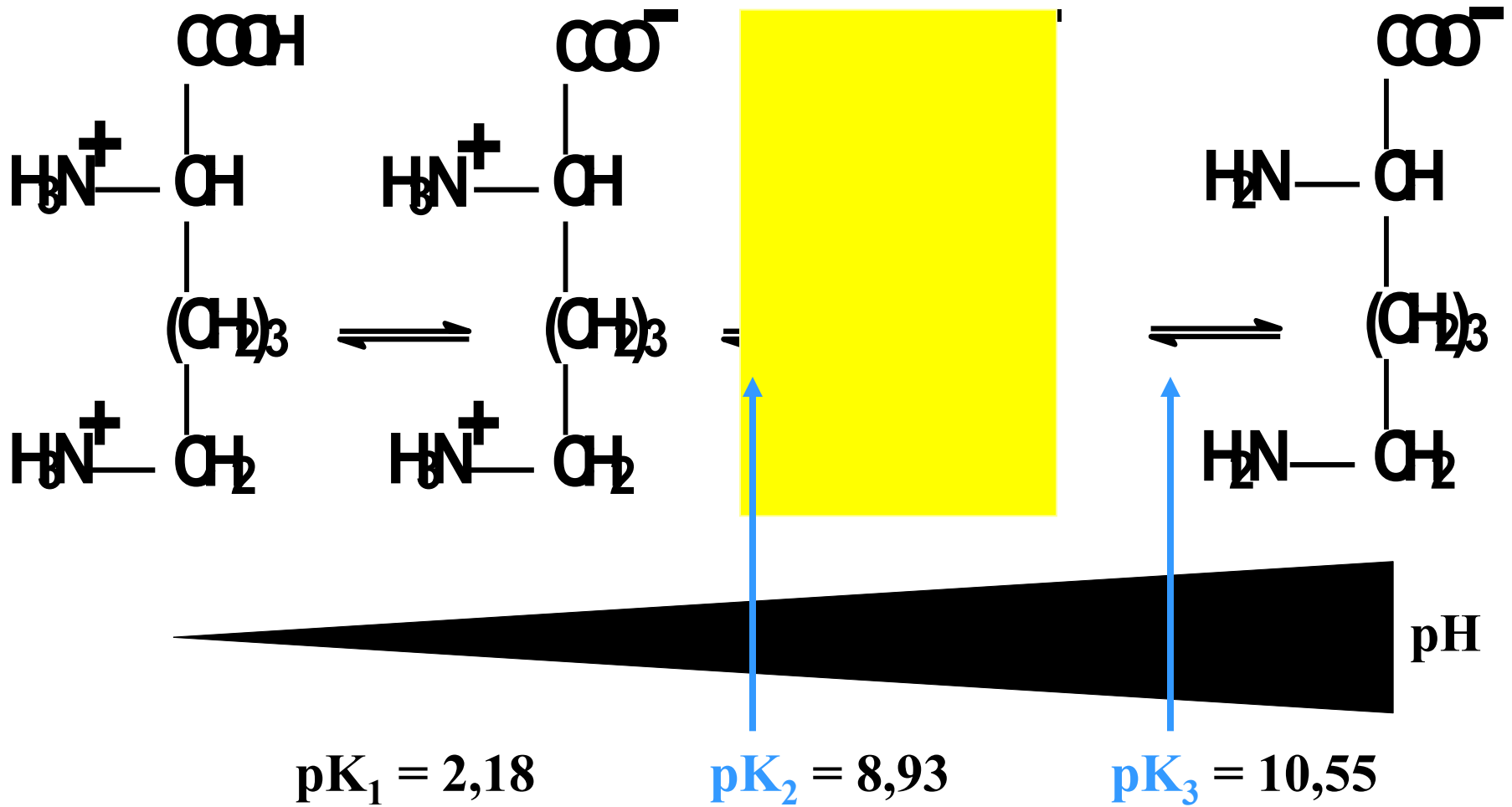
- má celkový zevní náboj nulový
- nepohybuje se v elektrickém poli
- má nejmenší elektrickou vodivost
- vykazuje nejmenší osmotický tlak
- má nejmenší stabilitu v roztocích

Asp



$$\text{pI} = (\text{pK}_1 + \text{pK}_2) / 2$$

Lys



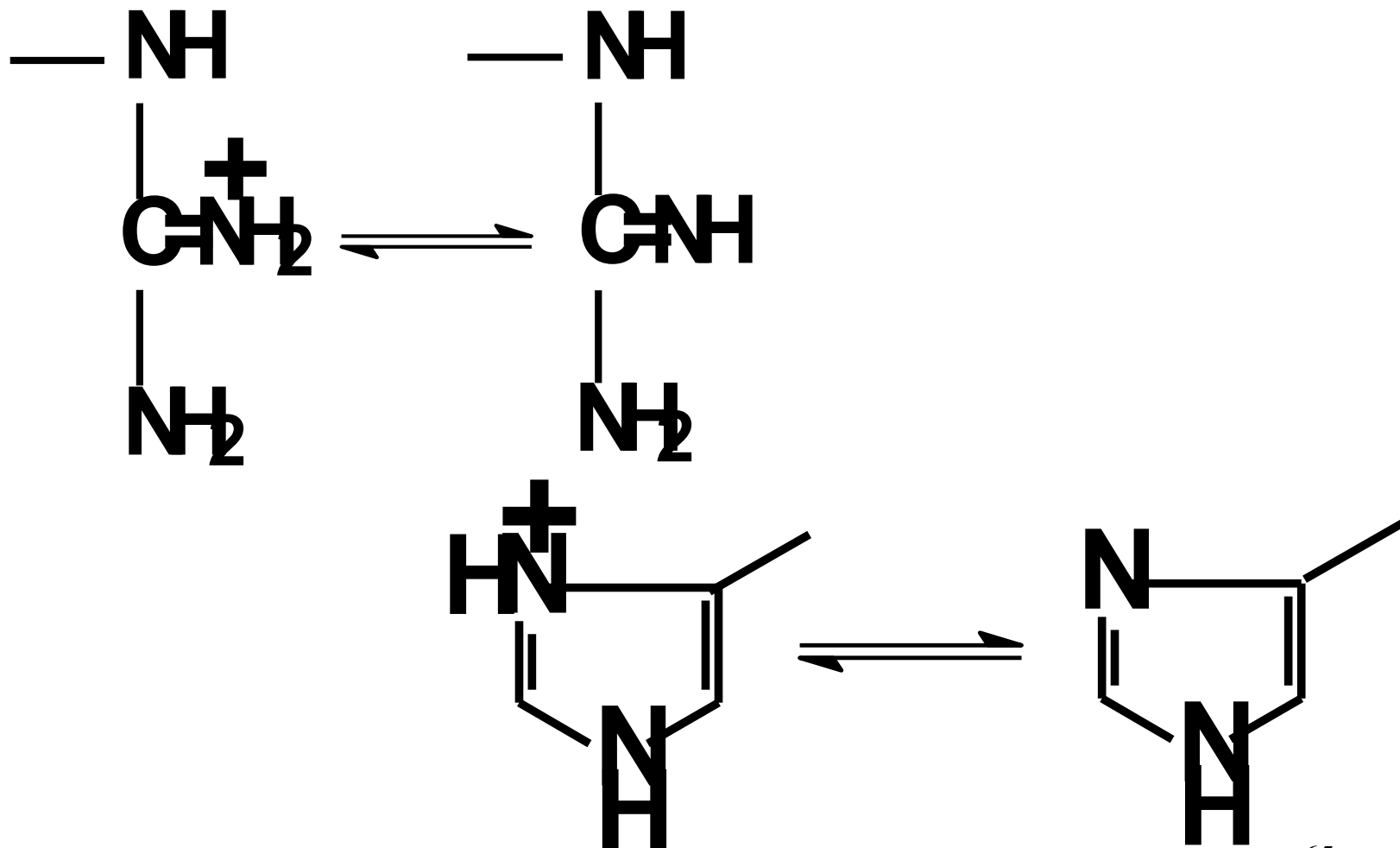
$$\text{pI} = (\text{pK}_2 + \text{pK}_3) / 2$$

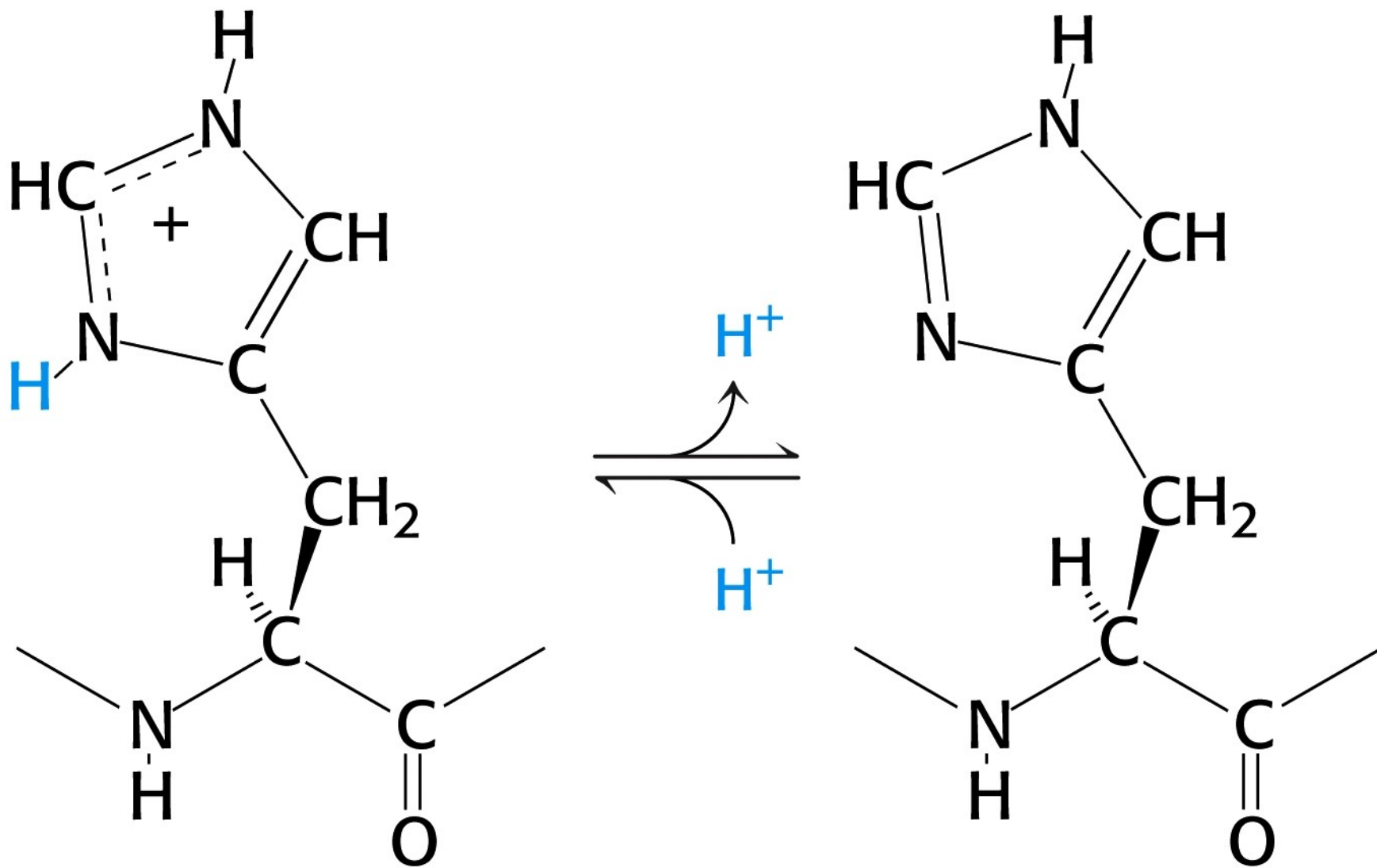
Posloupnost pK_a hodnot: pK_a < 7

ionizující skupina	výskyt	pK _a
1-COOH	všechny AA	1,7 – 2,6
4- neb 5-COOH	Asp Glu	4,3
imidazol	His	6,1

MÉNĚ OBVYKLÉ DISOCIACE

guanidin (Arg) a imidazol (His)





Posloupnost pK_a hodnot: $pK_a > 7$

ionizující skupina	výskyt	pK_a
-SH	Cys	8,1 – 8,3
α -NH ₂	všechny AA	9 – 10,7
fenolický OH	Tyr	10,1
ϵ -NH ₂	Lys	10,5
guanidin	Arg	12,5

ESENCIÁLNÍ AMINOKYSELINY

Val

Phe

Met

Lys

Leu

Trp

Thr

Ile

NEDOSTATKOVÉ AMINOKYSELINY V OBDOBÍ RŮSTU - „semiesenciální AA“

Cys

Arg

His

NETRANSAMINUJÍCÍ AMINOKYSELINY

(esenciální)

Met **Lys**

Thr

Trp

(semiesenciální)

Arg

(jiné)

Pro

KETOGENNÍ AMINOKYSELINY

„lift“

Leu
(L)

Ile
(I)

Phe
(F)

Tyr
(Y!)

Lys
(K)

Trp
(W)

**Jediná zcela ketogenní AA je Leu
(poskytuje acetoacetát a acetyl-CoA)**

Esenciální: (8) "EAA"

Val }
Leu }
Ile }
*Met } derivát
*Thr } ^{metabolizace} lip.
Phe } aromatické
*Trp }
*Lys

Semiesenciální (2) - plně: *Arg, His

"(EAA?)"

* Meziansaminová (6)
*Pro

"L I F T"
Leu (Ile)(Phe)(Tyr)
Lys Trp

ketogenní keto- a glukogenní

() v závislosti:
stojí metabolismy
gluko- i ketogenní

Glukogenní aminokyseliny :

1/ poskytují C₄-kyselinu citrátového cyklu :

jantarovou (sukcinyl-CoA)

fumarovou

oxaloctovou

ale ne ~~jablečnou~~


2/ (nebo) jsou metabolizovány na kys. :

2-oxoglutarovou

pyrohroznovou

(protože „vstup“ ke glukoneogenezi je přes oxaloctovou kyselinu)

Aminokyseliny skupiny

- pyruvátu Ala, Cys, Ser, Thr, Gly
- oxalacetátu Asp, Asn
- 2-oxoglutarátu Glu, Gln, Arg, Orn
Pro, His
(Hypro)

- sukcinyl-CoA Ileu, Val, Met
- acet(o)acetyl-CoA Leu, Lys, Trp, Phe
- fumarátu Phe \Rightarrow Tyr

Phe-mono-oxygenáza
fenyloksidáza

Aminokyseliny ketogenní

→ acet(o)acetyl-CoA



→ acetyl-CoA



ketolátky

ketogenéze

„L I F T“

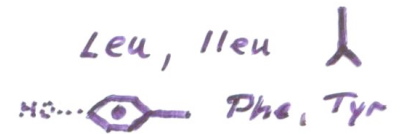
Leu
Lys

Ileu

Phe
Tyr
Trp

aromatické

jediný čistě ketogenní



P U F R Y

viz seminář 3. týdne !!

