Szeregi i budowa

wzór ogólny alkanów ..... C_nH_{2n+2}

Acykliczne nasycone węglowodory; n ≥ 1.

wzór ogólny alkenów ..... C_nH_{2n}

Węglowodory o otwartym łańcuchu z jednym wiązaniem podwójnym, a poza nim tylko z wiązaniami pojedynczymi; n ≥ 2. Ten sam wzór sumaryczny mają cykloalkany.

wzór ogólny alkinów ..... C_nH_{2n-2}

Acykliczne węglowodory z jednym wiązaniem potrójnym i pozostałymi pojedynczymi; n ≥ 2.

wzór ogólny nasyconych alkoholi monohydroksylowych

$$C_nH_{2n+1}OH$$

Nasycone alkohole o otwartym łańcuchu z jedną grupą OH, zbudowane tylko z węgla, wodoru i tlenu (bez innych grup funkcyjnych); n ≥ 1.

wzór ogólny nasyconych kwasów monokarboksylowych

$$C_nH_{2n+1}COOH$$

Nasycone acykliczne kwasy z jedną grupą COOH, bez dodatkowych grup funkcyjnych i heteroatomów; n ≥ 0 (n = 0 daje HCOOH). Cała cząsteczka ma n + 1 atomów węgla.

wzór ogólny α-aminokwasów ..... $RCH(NH_2)COOH$

Dotyczy α-aminokwasów: grupa aminowa i grupa karboksylowa są przy tym samym atomie węgla (α); R to reszta boczna, różna w różnych aminokwasach.

stopień nienasycenia ..... $$DBE = \frac{2C + 2 + N - H - X}{2}$$

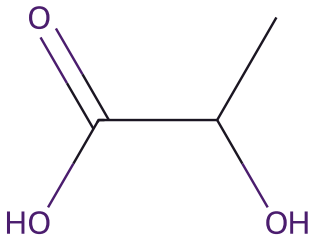
Typowe obojętne związki zamkniętopowłokowe: C czterowartościowy, N trójwartościowy, X halogeny. Tlen i dwuwartościowa siarka nie zmieniają wzoru; nietypowe walencyjności wymagają innego rachunku.

punkt izoelektryczny prostego aminokwasu

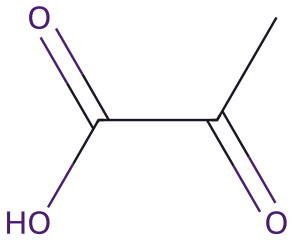
$$pI = \frac{pK_{a1} + pK_{a2}}{2}$$

Dwie stałe odpowiadają grupom rozdzielającym formę obojętną elektrycznie; dla aminokwasu z jonizującym łańcuchem bocznym wybierz właściwą parę pKa.

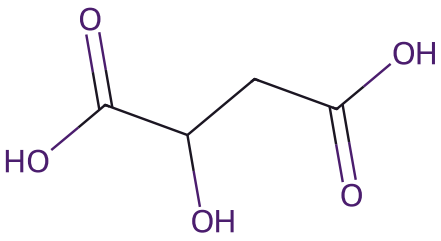
kwas mlekowy



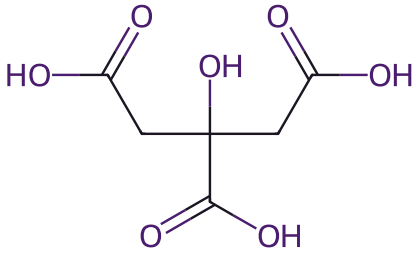
kwas pirogronowy



kwas jabłkowy

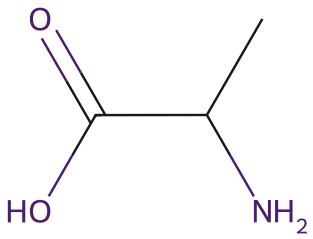


kwas cytrynowy

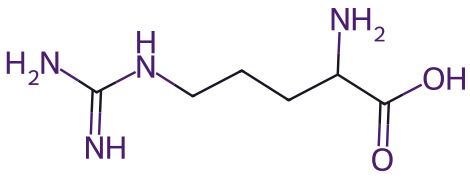


Wzory strukturalne wybranych kwasów organicznych. Przykłady struktur kwasów z dodatkowymi grupami funkcyjnymi. Hydroksykwasy, ketokwasy i kwasy wielokarboksylowe nie spełniają wzoru sumarycznego prostych nasyconych kwasów monokarboksylowych.

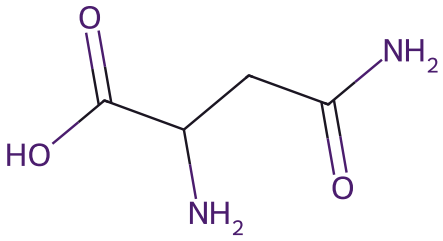
alanina · Ala · pI 6,00



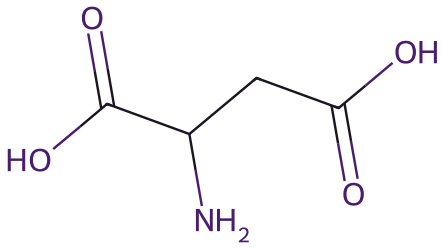
arginina · Arg · pI 10,76



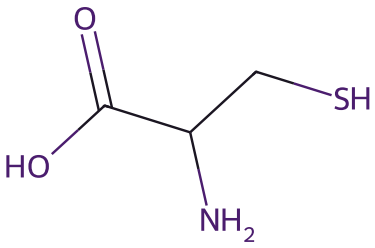
asparagina · Asn · pI 5,41



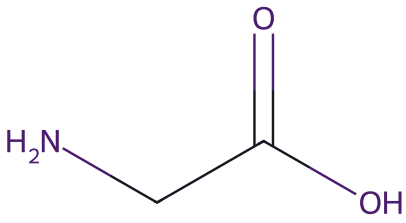
kwas asparaginowy · Asp · pI 2,77



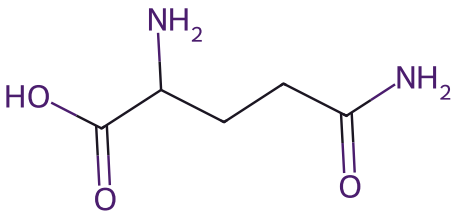
cysteina · Cys · pI 5,07



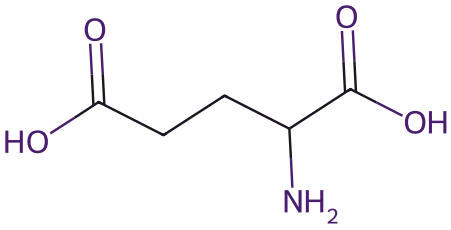
glicyna · Gly · pI 5,97



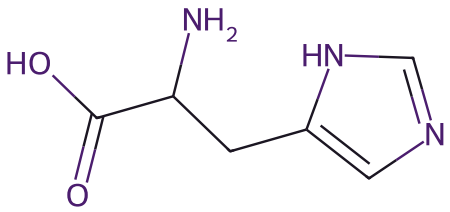
glutamina · Gln · pI 5,65



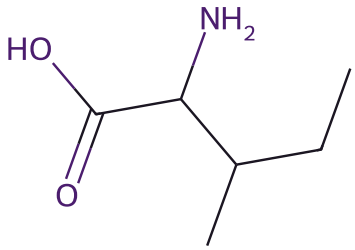
kwas glutaminowy · Glu · pI 3,22



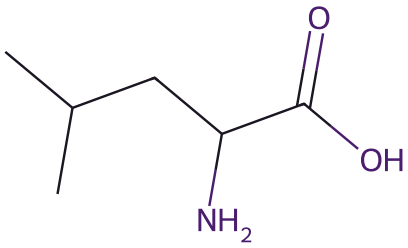
histydyna · His · pI 7,59



izoleucyna · Ile · pI 6,02

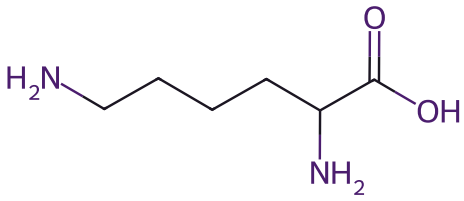


leucyna · Leu · pI 5,98

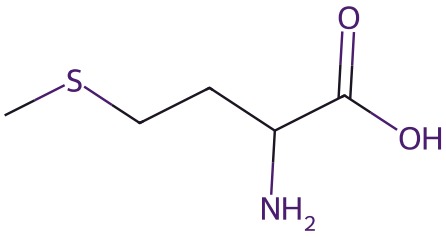


Aminokwasy: struktury, skróty i punkty izoelektryczne (część 1). Struktury przedstawiono w formie obojętnej. Punkt izoelektryczny pI oznacza pH, przy którym średni ładunek aminokwasu wynosi zero; rzeczywista forma jonowa zależy od pH. Tabelaryczne pI są wartościami referencyjnymi, a nie wynikami średniej z pKa z sąsiedniej tablicy. W zadaniu oblicz pI z pary pKa otaczającej formę obojętną elektrycznie; wynik zależy od użytego zestawu stałych.

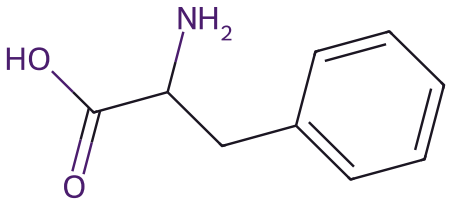
lizyna · Lys · pI 9,74



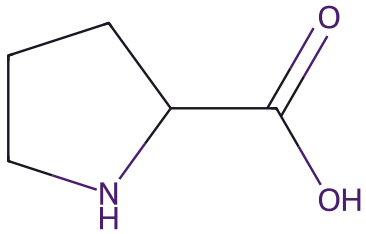
metionina · Met · pI 5,74



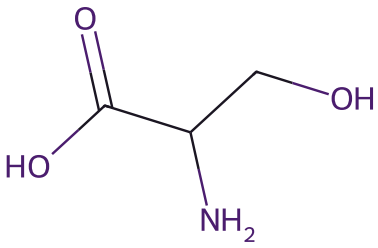
fenyloalanina · Phe · pI 5,48



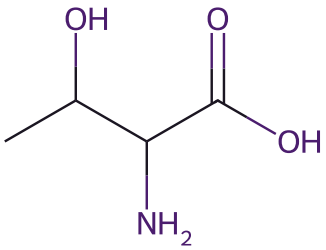
prolina · Pro · pI 6,30



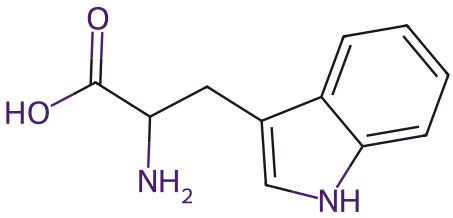
seryna · Ser · pI 5,68



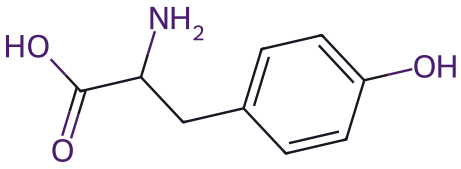
treonina · Thr · pI 5,60



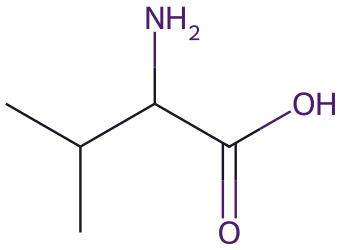
tryptofan · Trp · pI 5,89



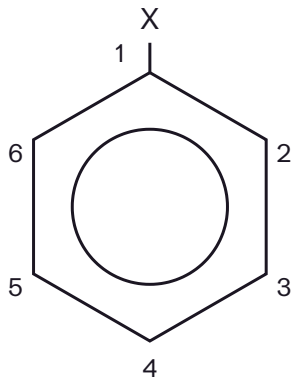
tyrozyna · Tyr · pI 5,66



walina · Val · pI 5,96



Aminokwasy: struktury, skróty i punkty izoelektryczne (część 2). Struktury przedstawiono w formie obojętnej. Punkt izoelektryczny pI oznacza pH, przy którym średni ładunek aminokwasu wynosi zero; rzeczywista forma jonowa zależy od pH. Tabelaryczne pI są wartościami referencyjnymi, a nie wynikami średniej z pKa z sąsiedniej tablicy. W zadaniu oblicz pI z pary pKa otaczającej formę obojętną elektrycznie; wynik zależy od użytego zestawu stałych.



Kierowanie podstawienia w pierścieniu aromatycznym, legenda

kierowanie	podstawniki
orto (2, 6) i para (4)	OH, O^-, OR, NH_2, NHR, NR_2, NHCOR
orto (2, 6) i para (4)	R, C_6H_5, Cl, Br, I
meta (3, 5)	CHO, COR, COOH, COOR, CN
meta (3, 5)	NO_2, NH_3^+, NR_3^+, SO_3H

Kierowanie podstawienia w pierścieniu aromatycznym. Reguły dotyczą podstawienia elektrofilowego w pierścieniu aromatycznym. Pozycje 2 i 6 są orto, 3 i 5 są meta, a 4 jest para względem podstawnika X.

Stałe dysocjacji grup funkcyjnych aminokwasów w 25 °C: grupy karboksylowe

kod	aminokwas	COOH przy Cα : Ka	COOH przy Cα : pKa	COOH dodatkowa : Ka	COOH dodatkowa : pKa
Ala	alanina	$4{,}68 \cdot 10^{-3}$	2,33	-	-
Arg	arginina	$9{,}33 \cdot 10^{-3}$	2,03	-	-
Asn	asparagina	$6{,}92 \cdot 10^{-3}$	2,16	-	-
Asp	kwas asparaginowy	$1{,}12 \cdot 10^{-2}$	1,95	$1{,}95 \cdot 10^{-4}$	3,71
Cys	cysteina	$1{,}23 \cdot 10^{-2}$	1,91	-	-
Gln	glutamina	$6{,}61 \cdot 10^{-3}$	2,18	-	-
Glu	kwas glutaminowy	$6{,}92 \cdot 10^{-3}$	2,16	$7{,}08 \cdot 10^{-5}$	4,15
Gly	glicyna	$4{,}57 \cdot 10^{-3}$	2,34	-	-
His	histydyna	$2{,}00 \cdot 10^{-2}$	1,70	-	-
Ile	izoleucyna	$5{,}50 \cdot 10^{-3}$	2,26	-	-
Leu	leucyna	$4{,}79 \cdot 10^{-3}$	2,32	-	-
Lys	lizyna	$7{,}08 \cdot 10^{-3}$	2,15	-	-
Met	metionina	$6{,}92 \cdot 10^{-3}$	2,16	-	-
Phe	fenyloalanina	$6{,}61 \cdot 10^{-3}$	2,18	-	-
Pro	prolina	$1{,}12 \cdot 10^{-2}$	1,95	-	-
Ser	seryna	$7{,}41 \cdot 10^{-3}$	2,13	-	-
Thr	treonina	$6{,}31 \cdot 10^{-3}$	2,20	-	-

kod	aminokwas	COOH przy Cα: Ka	COOH przy Cα: pKa	COOH dodatkowa: Ka	COOH dodatkowa: pKa
Trp	tryptofan	$4{,}17 \cdot 10^{-3}$	2,38	-	-
Tyr	tyrozyna	$5{,}75 \cdot 10^{-3}$	2,24	-	-
Val	walina	$5{,}37 \cdot 10^{-3}$	2,27	-	-

Stałe dysocjacji grup funkcyjnych aminokwasów w 25 °C: protonowane grupy zasadowe

kod	aminokwas	protonowana grupa aminowa przy Cα: Ka	protonowana grupa aminowa przy Cα: pKa	protonowana zasadowa grupa boczna: Ka	protonowana zasadowa grupa boczna: pKa
Ala	alanina	$1{,}95 \cdot 10^{-10}$	9,71	-	-
Arg	arginina	$1{,}00 \cdot 10^{-9}$	9,00	$7{,}94 \cdot 10^{-13}$	12,10
Asn	asparagina	$1{,}86 \cdot 10^{-9}$	8,73	-	-
Asp	kwas asparaginowy	$2{,}19 \cdot 10^{-10}$	9,66	-	-
Cys	cysteina	$5{,}25 \cdot 10^{-11}$	10,28	-	-
Gln	glutamina	$1{,}00 \cdot 10^{-9}$	9,00	-	-
Glu	kwas glutaminowy	$2{,}63 \cdot 10^{-10}$	9,58	-	-
Gly	glicyna	$2{,}63 \cdot 10^{-10}$	9,58	-	-
His	histydyna	$8{,}13 \cdot 10^{-10}$	9,09	$9{,}12 \cdot 10^{-7}$	6,04
Ile	izoleucyna	$2{,}51 \cdot 10^{-10}$	9,60	-	-
Leu	leucyna	$2{,}63 \cdot 10^{-10}$	9,58	-	-
Lys	lizyna	$6{,}92 \cdot 10^{-10}$	9,16	$2{,}14 \cdot 10^{-11}$	10,67
Met	metionina	$8{,}32 \cdot 10^{-10}$	9,08	-	-
Phe	fenyloalanina	$8{,}13 \cdot 10^{-10}$	9,09	-	-
Pro	prolina	$3{,}39 \cdot 10^{-11}$	10,47	-	-
Ser	seryna	$8{,}91 \cdot 10^{-10}$	9,05	-	-
Thr	treonina	$1{,}10 \cdot 10^{-9}$	8,96	-	-
Trp	tryptofan	$4{,}57 \cdot 10^{-10}$	9,34	-	-
Tyr	tyrozyna	$9{,}12 \cdot 10^{-10}$	9,04	-	-
Val	walina	$3{,}02 \cdot 10^{-10}$	9,52	-	-

Stałe dysocjacji grup funkcyjnych aminokwasów w 25 °C: pozostałe grupy

kod	aminokwas	inne grupy: Ka	inne grupy: pKa
Ala	alanina	-	-
Arg	arginina	-	-
Asn	asparagina	-	-
Asp	kwas asparaginowy	-	-

kod	aminokwas	inne grupy : Ka	inne grupy : pKa
Cys	cysteina	$7{,}24 \cdot 10^{-9}$	8,14 (-SH)
Gln	glutamina	-	-
Glu	kwas glutaminowy	-	-
Gly	glicyna	-	-
His	histydyna	-	-
Ile	izoleucyna	-	-
Leu	leucyna	-	-
Lys	lizyna	-	-
Met	metionina	-	-
Phe	fenyloalanina	-	-
Pro	prolina	-	-
Ser	seryna	-	-
Thr	treonina	-	-
Trp	tryptofan	-	-
Tyr	tyrozyna	$7{,}94 \cdot 10^{-11}$	10,10 (-OH)
Val	walina	-	-

Stałe dysocjacji grup funkcyjnych aminokwasów w 25 °C. Warunki i jednostki podano w nagłówkach i legendzie. Do obliczenia pI wybierz dwie kolejne wartości pKa rozdzielające formę o ładunku zero. Średnia z tych danych może różnić się od niezależnej wartości pI podanej przy strukturze aminokwasu.

część 1

wiązanie	d [pm]
Br–Br	228
C=C	134
C–C	153
C=O	121
Cl–Cl	199
N=O	118
H–H	74

część 2

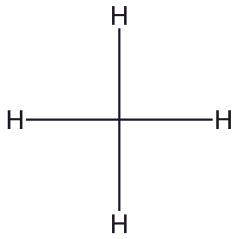
wiązanie	d [pm]
O=O	121
I–I	267
S=O	148
O–H	96
N≡N	113
H–F	92
C≡C	120

część 3

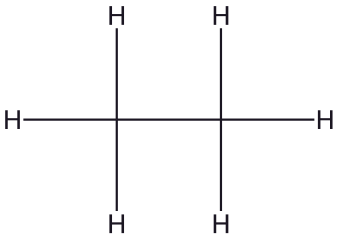
wiązanie	d [pm]
H–Cl	128
C≡N	116
H–Br	141
H–I	161
C–O	142
N–O	143

Długości wybranych wiązań chemicznych. Długości wybranych wiązań pojedynczych, podwójnych i potrójnych. Tabela pozwala porównać typy wiązań; nie wyznacza struktury związku z samego wzoru sumarycznego.

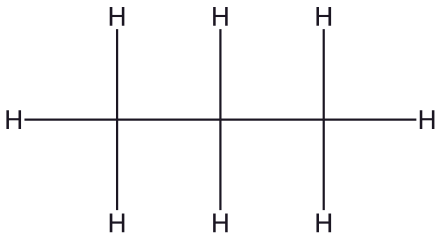
metan · CH_4



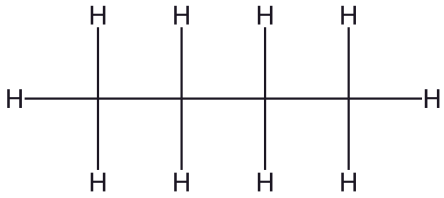
etan · C_2H_6



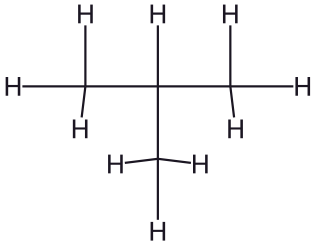
propan · C_3H_8



butan · C_4H_{10}

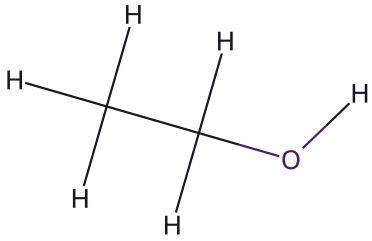


izobutan (2-metylopropan) · C_4H_{10}

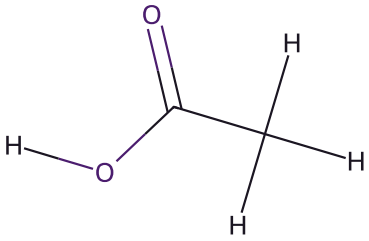


Alkany C1–C4: wzory strukturalne. Każdy kolejny alkan ma o jedną grupę CH_2 więcej (szereg homologiczny C_nH_{2n+2}). Butan i izobutan (2-metylopropan) mają ten sam wzór sumaryczny C_4H_{10}, ale inną budowę: to izomery.

etanol · C_2H_5OH

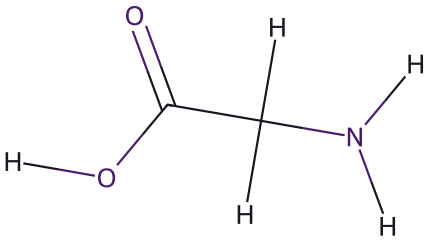


kwas octowy · CH_3COOH

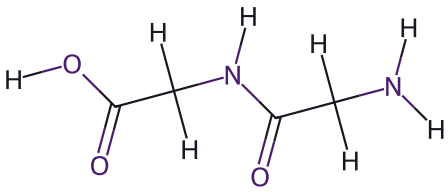


Etanol i kwas octowy: grupy funkcyjne. Etanol ma grupę hydroksylową –OH, kwas octowy (etanowy) grupę karboksylową –COOH; obie cząsteczki mają po dwa atomy węgla.

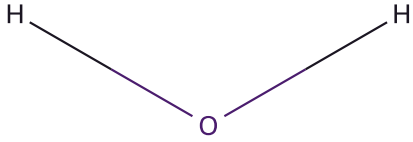
glicyna (dwie cząsteczki)



glicyloglicyna (dipeptyd)



woda



Kondensacja glicyny: wiązanie peptydowe. Grupa –COOH jednej cząsteczki glicyny reaguje z grupą $–NH_2$ drugiej: powstają dipeptyd glicyloglicyna i cząsteczka wody. Ugrupowanie –CO–NH– to wiązanie peptydowe.

Symbole i jednostki

symbol	znaczenie	jednostka
C	liczba atomów węgla	1
DBE	stopień nienasycenia: każdy pierścień i każde wiązanie podwójne liczymy jako 1, wiązanie potrójne jako 2	1
H	liczba atomów wodoru	1
n	liczba atomów węgla	
N	liczba atomów azotu	1

symbol	znaczenie	jednostka
pI	punkt izoelektryczny	
pK_{a1}	pierwsza wartość $\mathrm{p}K_a$ ($\mathrm{p}K_a = -\log K_a$) dla dysocjacji tuż przed formą obojętną	
pK_{a2}	druga wartość $\mathrm{p}K_a$ ($\mathrm{p}K_a = -\log K_a$) dla dysocjacji tuż po formie obojętnej	
R	reszta boczna aminokwasu (w glicynie H, w alaninie CH_3)	
X	liczba atomów halogenów	1