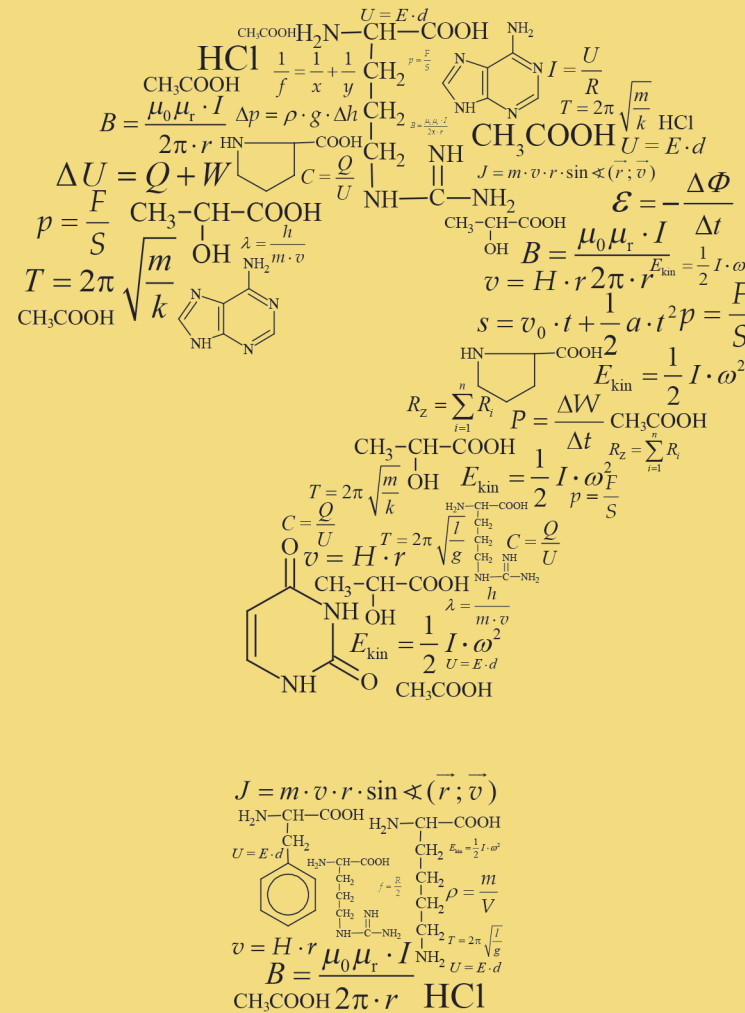


Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki

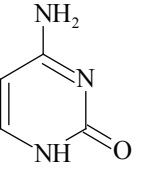
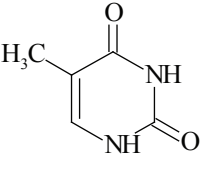
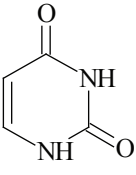
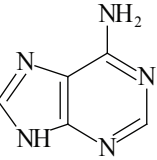
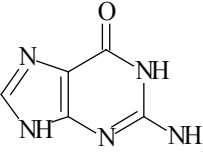


Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.
Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie.

Warszawa 2015

Spis treści

1.	Zasady azotowe.....	1
2.	Wybrane kwasy organiczne.....	1
3.	Kod genetyczny.....	1
4.	Potencjał wody w komórce roślinnej.....	1
5.	Równanie Hardy'ego-Weinberga.....	1
6.	Wybrane aminokwasy białkowe.....	2
7.	Rozpuszczalność soli i wodorotlenków w wodzie w temperaturze 25 °C.....	3
8.	Stałe dysocjacji wybranych kwasów w roztworach wodnych w temperaturze 25 °C.....	4
9.	Stałe dysocjacji wybranych zasad w roztworach wodnych w temperaturze 25 °C.....	4
10.	Szereg elektrochemiczny wybranych metali.....	4
11.	Układ okresowy pierwiastków.....	5
12.	Kinematyka.....	6
13.	Dynamika.....	6
14.	Siła ciężkości, siła sprężystości i siła tarcia.....	6
15.	Drgania i fale.....	6
16.	Optyka.....	7
17.	Termodynamika.....	7
18.	Pole magnetyczne.....	7
19.	Fizyka współczesna.....	7
20.	Elektrostatyka.....	8
21.	Prąd elektryczny.....	8
22.	Logarytmy.....	8
23.	Równania kwadratowe.....	8
24.	Przedrostki.....	8
25.	Stałe i jednostki fizyczne i chemiczne.....	9
26.	Wybrane zagadnienia z trygonometrii i wartości logarytmów dziesiętnych.....	10

Zasady azotowe		
pirymidynowe		
		
cytozyna (C)	tymina (T)	uracyl (U)
purynowe		
		
adenina (A)	guanina (G)	

Potencjał wody w komórce roślinnej

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$$

Ψ_w – potencjał wody

Ψ_s – potencjał osmotyczny

Ψ_p – potencjał ciśnienia

Równanie Hardy'ego-Weinberga

$$p + q = 1$$

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

gdzie:

p – częstość allelu dominującego w populacji,

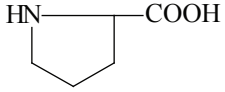
q – częstość allelu recesywnego w populacji.

Wybrane kwasy organiczne			
$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COOH}$	$\text{HO}-\underset{\text{CH}_2-\text{COOH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$
kwask mlekowy	kwask pirogronowy	kwask jabłkowy	kwask cytrynowy

Kod genetyczny					
Pierwszy nukleotyd	Drugi nukleotyd				Trzeci nukleotyd
	U	C	A	G	
U	UUU fenyloalanina	UCU seryna	UAU tyrozyna	UGU cysteina	U
	UUC fenyloalanina	UCC seryna	UAC tyrozyna	UGC cysteina	C
	UUA leucyna	UCA seryna	UAA <i>STOP</i>	UGA <i>STOP</i>	A
	UUG leucyna	UCG seryna	UAG <i>STOP</i>	UGG tryptofan	G
C	CUU leucyna	CCU prolina	CAU histydyna	CGU arginina	U
	CUC leucyna	CCC prolina	CAC histydyna	CGC arginina	C
	CUA leucyna	CCA prolina	CAA glutamina	CGA arginina	A
	CUG leucyna	CCG prolina	CAG glutamina	CGG arginina	G
A	AUU izoleucyna	ACU treonina	AAU asparagina	AGU seryna	U
	AUC izoleucyna	ACC treonina	AAC asparagina	AGC seryna	C
	AUA izoleucyna	ACA treonina	AAA lizyna	AGA arginina	A
	AUG metionina, <i>START</i>	ACG treonina	AAG lizyna	AGG arginina	G
G	GUU walina	GCU alanina	GAU kw. asparaginowy	GGU glicyna	U
	GUC walina	GCC alanina	GAC kw. asparaginowy	GGC glicyna	C
	GUA walina	GCA alanina	GAA kw. glutaminowy	GGA glicyna	A
	GUG walina	GCG alanina	GAG kw. glutaminowy	GGG glicyna	G

Wybrane aminokwasy białkowe			
Nazwa aminokwasu	Wzór	Kod	pI
Glicyna	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Gly	6,06
Alanina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Ala	6,11
Cysteina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$	Cys	5,05
Seryna	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Ser	5,68
Walina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Val	6,00
Fenylalanina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Phe	5,48
Kwas asparaginowy	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Asp	2,85
Kwas glutaminowy	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	Glu	3,15

Nazwa aminokwasu	Wzór	Kod	pI
Lizyna	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	Lys	9,60
Tyrozyna	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Tyr	5,64
Glutamina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CONH}_2 \end{array}$	Gln	5,65
Asparagina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CONH}_2 \end{array}$	Asn	5,51
Leucyna	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Leu	6,01
Izoleucyna	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	Ile	6,05

Nazwa aminokwasu	Wzór	Kod	pI
Metionina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S}-\text{CH}_3 \end{array}$	Met	5,74
Treonina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Thr	5,60
Prolina		Pro	6,30
Histydyna	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_4\text{H}_3\text{N}_2 \end{array}$	His	7,60
Tryptofan	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N} \end{array}$	Trp	5,89
Arginina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	Arg	10,76

Źródło: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004.

Rozpuszczalność soli i wodorotlenków w wodzie w temperaturze 25 °C

	Cl^-	Br^-	I^-	NO_3^-	CH_3COO^-	S^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	SiO_3^{2-}	CrO_4^{2-}	PO_4^{3-}	OH^-
Na⁺	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
K⁺	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
NH₄⁺	R	R	R	R	R	R	R	R	R	—	R	R	R
Cu²⁺	R	R	—	R	R	N	N	R	—	N	N	N	N
Ag⁺	N	N	N	R	R	N	N	T	N	N	N	N	—
Mg²⁺	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N
Ca²⁺	R	R	R	R	R	T	N	T	N	N	T	N	T
Ba²⁺	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	R
Zn²⁺	R	R	R	R	R	N	T	R	N	N	T	N	N
Al³⁺	R	R	R	R	R	—	—	R	—	N	N	N	N
Sn²⁺	R	R	R	R	R	N	—	R	—	N	N	N	N
Pb²⁺	T	T	N	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N
Mn²⁺	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	N	N	N
Fe²⁺	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	—	N	N
Fe³⁺	R	R	—	R	R	N	—	R	—	N	N	N	N

R – substancja rozpuszczalna; **T** – substancja trudno rozpuszczalna (strąca się ze stęż. roztworów); **N** – substancja nierozpuszczalna; — oznacza, że dana substancja albo rozkłada się w wodzie, albo nie została otrzymana

Stałe dysocjacji wybranych kwasów w roztworach wodnych w temperaturze 25 °C*	
Kwas nieorganiczny	Stała dysocjacji K_a lub K_{a1}
HF	$6,3 \cdot 10^{-4}$
HCl	$1,0 \cdot 10^7$
HBr	$3,0 \cdot 10^9$
HI	$1,0 \cdot 10^{10}$
H ₂ S	$1,0 \cdot 10^{-7}$
H ₂ Se	$1,9 \cdot 10^{-4}$
H ₂ Te	$2,5 \cdot 10^{-3}$
HClO	$5,0 \cdot 10^{-8}$
HClO ₂	$1,1 \cdot 10^{-2}$
HClO ₃	$5,0 \cdot 10^2$
HNO ₂	$5,1 \cdot 10^{-4}$
HNO ₃	27,5
H ₂ SO ₃	$1,5 \cdot 10^{-2}$
H ₃ BO ₃	$5,8 \cdot 10^{-10}$
H ₃ AsO ₃	$5,9 \cdot 10^{-10}$
H ₃ AsO ₄	$6,5 \cdot 10^{-3}$
H ₃ PO ₄	$6,9 \cdot 10^{-3}$
H ₄ SiO ₄	$3,2 \cdot 10^{-10}$
H ₂ CO ₃	$4,5 \cdot 10^{-7}$
Kwas organiczny	Stała dysocjacji K_a
HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$ ($t = 20$ °C)
CH ₃ COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$
CH ₃ CH ₂ COOH	$1,4 \cdot 10^{-5}$
C ₆ H ₅ COOH	$6,5 \cdot 10^{-5}$
C ₆ H ₅ OH	$1,3 \cdot 10^{-10}$ ($t = 20$ °C)

Źródło: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

* jeśli w tabeli nie zaznaczono inaczej

Stałe dysocjacji wybranych zasad w roztworach wodnych w temperaturze 25 °C	
Zasada	Stała dysocjacji K_b
NH ₃	$1,8 \cdot 10^{-5}$
CH ₃ NH ₂	$4,3 \cdot 10^{-4}$
CH ₃ CH ₂ NH ₂	$5,0 \cdot 10^{-4}$
CH ₃ CH ₂ CH ₂ NH ₂	$4,0 \cdot 10^{-4}$
(CH ₃) ₂ NH	$7,4 \cdot 10^{-4}$
(CH ₃) ₃ N	$7,4 \cdot 10^{-5}$
C ₆ H ₅ NH ₂	$4,3 \cdot 10^{-10}$

Źródło: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

Szereg elektrochemiczny wybranych metali			
Półogniwo	E° , V	Półogniwo	E° , V
Li/Li ⁺	-3,04	Ni/Ni ²⁺	-0,26
Ca/Ca ²⁺	-2,84	Sn/Sn ²⁺	-0,14
Mg/Mg ²⁺	-2,36	Pb/Pb ²⁺	-0,13
Al/Al ³⁺	-1,68	Fe/Fe ³⁺	-0,04
Mn/Mn ²⁺	-1,18	H ₂ /2H ⁺	0,00
Zn/Zn ²⁺	-0,76	Bi/Bi ³⁺	+0,31
Cr/Cr ³⁺	-0,74	Cu/Cu ²⁺	+0,34
Fe/Fe ²⁺	-0,44	Ag/Ag ⁺	+0,80
Cd/Cd ²⁺	-0,40	Hg/Hg ²⁺	+0,85
Co/Co ²⁺	-0,28	Au/Au ³⁺	+1,50

Źródło: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2010.

J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

Układ okresowy pierwiastków

1																	18	
${}^1_1\text{H}$ Wodór 1,01 2,1																	${}^2_2\text{He}$ Hel 4,00	
												13	14	15	16	17		
												${}^5_5\text{B}$ Bor 10,81 2,0	${}^6_6\text{C}$ Węgiel 12,01 2,5	${}^7_7\text{N}$ Azot 14,01 3,0	${}^8_8\text{O}$ Tlen 16,00 3,5	${}^9_9\text{F}$ Fluor 19,00 4,0		
${}^3_3\text{Li}$ Lit 6,94 1,0	2											${}^{13}_{13}\text{Al}$ Glin 26,98 1,5	${}^{14}_{14}\text{Si}$ Krzem 28,09 1,8	${}^{15}_{15}\text{P}$ Fosfor 30,97 2,1	${}^{16}_{16}\text{S}$ Siarka 32,07 2,5	${}^{17}_{17}\text{Cl}$ Chlor 35,45 3,0		
${}^{11}_{11}\text{Na}$ Sód 23,00 0,9	${}^{12}_{12}\text{Mg}$ Magnez 24,31 1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
${}^{19}_{19}\text{K}$ Potas 39,10 0,9	${}^{20}_{20}\text{Ca}$ Wapń 40,08 1,0	${}^{21}_{21}\text{Sc}$ Skand 44,96 1,3	${}^{22}_{22}\text{Ti}$ Tytan 47,87 1,5	${}^{23}_{23}\text{V}$ Wanad 50,94 1,7	${}^{24}_{24}\text{Cr}$ Chrom 52,00 1,9	${}^{25}_{25}\text{Mn}$ Mangan 54,94 1,7	${}^{26}_{26}\text{Fe}$ Żelazo 55,85 1,9	${}^{27}_{27}\text{Co}$ Kobalt 58,93 2,0	${}^{28}_{28}\text{Ni}$ Nikiel 58,69 2,0	${}^{29}_{29}\text{Cu}$ Miedź 63,55 1,9	${}^{30}_{30}\text{Zn}$ Cynk 65,39 1,6	${}^{31}_{31}\text{Ga}$ Gal 69,72 1,6	${}^{32}_{32}\text{Ge}$ German 72,61 1,8	${}^{33}_{33}\text{As}$ Arsen 74,92 2,0	${}^{34}_{34}\text{Se}$ Selen 78,96 2,4	${}^{35}_{35}\text{Br}$ Brom 79,90 2,8	${}^{36}_{36}\text{Kr}$ Krypton 83,80	
${}^{37}_{37}\text{Rb}$ Rubid 85,47 0,8	${}^{38}_{38}\text{Sr}$ Stront 87,62 1,0	${}^{39}_{39}\text{Y}$ Itr 88,91 1,3	${}^{40}_{40}\text{Zr}$ Cyrkon 91,22 1,4	${}^{41}_{41}\text{Nb}$ Niob 92,91 1,6	${}^{42}_{42}\text{Mo}$ Molibden 95,94 2,0	${}^{43}_{43}\text{Tc}$ Technet 97,91 1,9	${}^{44}_{44}\text{Ru}$ Ruten 101,07 2,2	${}^{45}_{45}\text{Rh}$ Rod 102,91 2,2	${}^{46}_{46}\text{Pd}$ Pallad 106,42 2,2	${}^{47}_{47}\text{Ag}$ Srebro 107,87 1,9	${}^{48}_{48}\text{Cd}$ Kadm 112,41 1,7	${}^{49}_{49}\text{In}$ Ind 114,82 1,7	${}^{50}_{50}\text{Sn}$ Cyna 118,71 1,8	${}^{51}_{51}\text{Sb}$ Antymon 121,76 1,9	${}^{52}_{52}\text{Te}$ Tellur 127,60 2,1	${}^{53}_{53}\text{I}$ Jod 126,90 2,5	${}^{54}_{54}\text{Xe}$ Ksenon 131,29	
${}^{55}_{55}\text{Cs}$ Cez 132,91 0,7	${}^{56}_{56}\text{Ba}$ Bar 137,33 0,9	${}^{57}_{57}\text{La}^*$ Lantan 138,91 1,1	${}^{72}_{72}\text{Hf}$ Hafn 178,49 1,3	${}^{73}_{73}\text{Ta}$ Tantal 180,95 1,5	${}^{74}_{74}\text{W}$ Wolfram 183,84 2,0	${}^{75}_{75}\text{Re}$ Ren 186,21 1,9	${}^{76}_{76}\text{Os}$ Osm 190,23 2,2	${}^{77}_{77}\text{Ir}$ Iryd 192,22 2,2	${}^{78}_{78}\text{Pt}$ Platyna 195,08 2,2	${}^{79}_{79}\text{Au}$ Złoto 196,97 2,4	${}^{80}_{80}\text{Hg}$ Rtęć 200,59 1,9	${}^{81}_{81}\text{Tl}$ Tal 204,38 1,8	${}^{82}_{82}\text{Pb}$ Ołów 207,20 1,8	${}^{83}_{83}\text{Bi}$ Bizmut 208,98 1,9	${}^{84}_{84}\text{Po}$ Polon 208,98 2,0	${}^{85}_{85}\text{At}$ Astat 209,99 2,2	${}^{86}_{86}\text{Rn}$ Radon 222,02	
${}^{87}_{87}\text{Fr}$ Frans 223,02 0,7	${}^{88}_{88}\text{Ra}$ Rad 226,03 0,9	${}^{89}_{89}\text{Ac}^{**}$ Aktyn 227,03	${}^{104}_{104}\text{Rf}$ Rutherford 261,11	${}^{105}_{105}\text{Db}$ Dubn 263,11	${}^{106}_{106}\text{Sg}$ Seaborg 265,12	${}^{107}_{107}\text{Bh}$ Bohr 264,10	${}^{108}_{108}\text{Hs}$ Has 269,10	${}^{109}_{109}\text{Mt}$ Meitner 268,10	${}^{110}_{110}\text{Ds}$ Darmstadt 281,10	${}^{111}_{111}\text{Uuu}$ Ununun 280	${}^{112}_{112}\text{Uub}$ Ununbi 285	${}^{113}_{113}\text{Uut}$ Ununtri 284	${}^{114}_{114}\text{Uuq}$ Ununkwad 289	${}^{115}_{115}\text{Uup}$ Ununpent 288	${}^{116}_{116}\text{Uuh}$ Ununheks 292	${}^{117}_{117}\text{Uus}$ Ununsept	${}^{118}_{118}\text{Uuo}$ Ununokt 294	

	*)	${}^{58}_{58}\text{Ce}$ Cer 140,12	${}^{59}_{59}\text{Pr}$ Prazeodym 140,91	${}^{60}_{60}\text{Nd}$ Neodym 144,24	${}^{61}_{61}\text{Pm}$ Promet 144,91	${}^{62}_{62}\text{Sm}$ Samar 150,36	${}^{63}_{63}\text{Eu}$ Europ 151,96	${}^{64}_{64}\text{Gd}$ Gadolin 157,25	${}^{65}_{65}\text{Tb}$ Terb 158,93	${}^{66}_{66}\text{Dy}$ Dysproz 162,50	${}^{67}_{67}\text{Ho}$ Holm 164,93	${}^{68}_{68}\text{Er}$ Erb 167,26	${}^{69}_{69}\text{Tm}$ Tul 168,93	${}^{70}_{70}\text{Yb}$ Iterb 173,04	${}^{71}_{71}\text{Lu}$ Lutet 174,97
	**)	${}^{90}_{90}\text{Th}$ Tor 232,04	${}^{91}_{91}\text{Pa}$ Protaktyn 231,04	${}^{92}_{92}\text{U}$ Uran 238,03	${}^{93}_{93}\text{Np}$ Neptun 237,05	${}^{94}_{94}\text{Pu}$ Pluton 244,06	${}^{95}_{95}\text{Am}$ Ameryk 243,06	${}^{96}_{96}\text{Cm}$ Kiur 247,07	${}^{97}_{97}\text{Bk}$ Berkel 247,07	${}^{98}_{98}\text{Cf}$ Kaliforn 251,08	${}^{99}_{99}\text{Es}$ Einstein 252,09	${}^{100}_{100}\text{Fm}$ Ferm 257,10	${}^{101}_{101}\text{Md}$ Mendelew 258,10	${}^{102}_{102}\text{No}$ Nobel 259,10	${}^{103}_{103}\text{Lr}$ Lorens 262,11

Źródło: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004. Masy atomowe podano z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Kinematyka	
prędkość	$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$
przyspieszenie	$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$
prędkość kątowna	$\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$
prędkość w ruchu po okręgu	$v = \omega \cdot r$
przyspieszenie dośrodkowe	$a_d = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$
przyspieszenie kątowe	$\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
przyspieszenie styczne	$a_{st} = \varepsilon \cdot r$
prędkość w prostoliniowym ruchu jednostajnie zmiennym	$v = v_0 + a \cdot t$
droga w prostoliniowym ruchu jednostajnie zmiennym	$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$

Drgania i fale	
ruch harmoniczny	$x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$ $v(t) = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ $a(t) = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t + \varphi)$
okres drgań masy na sprężynie i wahadła matematycznego	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
częstotliwość i długość fali	$f = \frac{1}{T}; \lambda = v \cdot T$
załamanie fali	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$
siatka dyfrakcyjna	$n \cdot \lambda = d \cdot \sin \alpha$
efekt Dopplera	$f = f_{zr} \frac{v}{v \pm u_{zr}}$

Dynamika	
pęd	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
II zasada dynamiki	$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}; \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$
moment siły	$M = F \cdot r \cdot \sin \angle(\vec{r}; \vec{F})$
moment bezwładności	$I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot r_i^2$
moment pędu punktu materialnego	$J = m \cdot v \cdot r \cdot \sin \angle(\vec{r}; \vec{v})$
moment pędu bryły sztywnej	$J = I \cdot \omega$
II zasada dynamiki ruchu obrotowego	$\frac{\Delta J}{\Delta t} = M; \varepsilon = \frac{M}{I}$
praca	$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \angle(\vec{F}, \Delta \vec{x})$
moc	$P = \frac{W}{\Delta t}$
energia kinetyczna	$E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
energia kinetyczna ruchu obrotowego bryły sztywnej	$E_{kin} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$

Siła ciężkości, siła sprężystości i siła tarcia	
prawo powszechnego ciążenia	$F_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$
natężenie pola grawitacyjnego	$\vec{\gamma} = \frac{\vec{F}_g}{m}$
energia potencjalna grawitacji	$E_p = -G \frac{m_1 \cdot m_2}{r}$
zmiana energii potencjalnej grawitacji na małych wysokościach	$\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h$
prędkości kosmiczne (dla Ziemi)	$v_I = \sqrt{\frac{G \cdot M_Z}{R_Z}} = 7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ $v_{II} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_Z}{R_Z}} = 11,2 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
III prawo Keplera	$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} = const$
siła sprężystości	$\vec{F}_s = -k \cdot \vec{x}$
energia potencjalna sprężystości	$E_{pot} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$
siła tarcia kinetycznego	$T_k = \mu_k \cdot F_N$
siła tarcia statycznego	$T_s \leq \mu_s \cdot F_N$

Optyka	
kąt graniczny	$\sin \alpha_{gr} = \frac{1}{n}$
kąt Brewstera	$\operatorname{tg} \alpha_B = n$
równanie soczewki, zwierciadła	$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$
soczewka	$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{socz}}{n_{otocz}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$
zwierciadło kuliste	$f = \frac{R}{2}$

Fizyka współczesna	
równoważność masy-energii	$E = m \cdot c^2$
energia fotonu	$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$
zjawisko fotoelektryczne	$h \cdot f = W + E_{kmax}$
długość fali de Broglie'a	$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$
poziomy energetyczne atomu wodoru	$E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}$
prawo Hubble'a	$v = H \cdot r$

Termodynamika	
gęstość	$\rho = \frac{m}{V}$
ciśnienie	$p = \frac{F}{S}$
zmiana ciśnienia hydrostatycznego	$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$
I zasada termodynamiki	$\Delta U = Q + W$
praca siły parcia	$W = -p \cdot \Delta V$
ciepło właściwe	$c_w = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$
ciepło molowe	$C = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}$
ciepło przemiany fazowej	$Q = m \cdot L$
średnia energia kinetyczna ruchu postępowego cząsteczek	$E_{sr} = \frac{3}{2} k_B \cdot T$
równanie stanu gazu doskonałego (Clapeyrona)	$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
ciepła molowe gazu doskonałego	$C_p = C_v + R$
sprawność silnika cieplnego	$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

Pole magnetyczne	
siła Lorentza	$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \angle(\vec{v}; \vec{B})$
siła elektrodynamiczna	$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \angle(\vec{l}; \vec{B})$
pole przewodnika prostoliniowego	$B = \frac{\mu_0 \mu_r \cdot I}{2\pi \cdot r}$
pole pętli (w jej środku)	$B = \frac{\mu_0 \mu_r \cdot I}{2 \cdot r}$
pole długiego solenoidu (zwojnicy)	$B = \mu_0 \mu_r \cdot \frac{n \cdot I}{l}$
strumień pola magnetycznego	$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \angle(\vec{B}; \vec{S})$
SEM indukcji	$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$
SEM samoindukcji	$\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$
SEM prądniczy	$\mathcal{E} = n \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi)$
wartości skuteczne prądu przemiennego	$U_{sk} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}, I_{sk} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$
transformator	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_2}{I_1}$

Elektrostatyka	
prawo Coulomba	$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} ; k = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0}$
natężenie pola	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
napięcie	$U = \frac{W}{q}$
pole jednorodne	$U = E \cdot d$
pojemność (pojemność kondensatora płaskiego)	$C = \frac{Q}{U} \left(C = \epsilon_r \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d} \right)$
energia kondensatora	$W = \frac{1}{2} Q \cdot U = \frac{1}{2} C \cdot U^2$

Prąd elektryczny	
natężenie prądu	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$
moc prądu	$P = U \cdot I$
opór przewodnika	$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$
prawo Ohma	$I = \frac{U}{R}$
napięcie ogniwa	$U = \mathcal{E} - I \cdot R_w$
łączenie oporników	szeregowe $R_Z = \sum_{i=1}^n R_i$ równoległe $\frac{1}{R_Z} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$

Logarytmem $\log_a c$ dodatniej liczby c przy podstawie a ($a > 0$ i $a \neq 1$) nazywamy wykładnik b potęgi, do której należy podnieść podstawę a , aby otrzymać liczbę c :

$$\log_a c = b \text{ wtedy i tylko wtedy, gdy } a^b = c$$

$\log x$ oraz $\lg x$ oznacza $\log_{10} x$

Dla $x > 0, y > 0$ i $a > 0$ i $a \neq 1$ prawdziwa jest równość:

$$\log_a (x \cdot y) = \log_a x + \log_a y$$

Równanie kwadratowe $ax^2 + bx + c = 0$, gdzie $a \neq 0$, ma rozwiązania rzeczywiste wtedy i tylko wtedy, gdy $\Delta = b^2 - 4ac \geq 0$. Rozwiązania te wyrażają się wzorami:

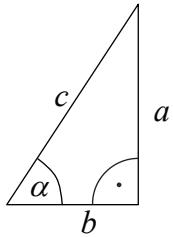
$$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

Przedrostki												
mnożnik	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
przedrostek	tera	giga	mega	kilo	hekto	deka	decy	centy	mili	mikro	nano	piko
oznaczenie	T	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p

Stale i jednostki fizyczne i chemiczne

przyspieszenie ziemskie	$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	przenikalność magnetyczna próżni	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$
masa Ziemi	$M_Z = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	prędkość światła w próżni	$c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
średni promień Ziemi	$R_Z = 6370 \text{ km}$	stała Plancka	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
stała grawitacji	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2}$	ładunek elementarny	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
liczba Avogadro	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$	masa elektronu	$m = 9,110 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
objętość 1 mola gazu doskonałego w warunkach normalnych	$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ oraz $p = 1013,25 \text{ hPa}$ $V = 22,41 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$	masa protonu	$m = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
		masa neutronu	$m = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
uniwersalna stała gazowa	$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$	jednostka masy atomowej	$1 \text{ u} \approx 1,663 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
stała Boltzmann	$k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$	elektronowolt	$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
przenikalność elektryczna próżni	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N}\cdot\text{m}^2}$	stała Hubble'a	$H \approx 75 \frac{\text{km}}{\text{s}\cdot\text{Mpc}}$
stała elektryczna	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$	parsek	$1 \text{ pc} = 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m}$

α	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
$\sin\alpha$ $\cos\beta$	0,0000	0,0872	0,1736	0,2588	0,3420	0,4226	0,5000	0,5736	0,6428	0,7071	0,7660	0,8192	0,8660	0,9063	0,9397	0,9659	0,9848	0,9962	1,000
β	90°	85°	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°



$$\sin\alpha = \frac{a}{c} \quad \sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$$

$$\cos\alpha = \frac{b}{c} \quad \operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a}{b} \quad a^2 + b^2 = c^2$$

$$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin\alpha$$

$$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos\alpha$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos\alpha \cos\beta - \sin\alpha \sin\beta$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin\alpha \cos\beta - \cos\alpha \sin\beta$$

$$\cos(\alpha - \beta) = \cos\alpha \cos\beta + \sin\alpha \sin\beta$$

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha \cos\alpha$$

	0°	30°	45°	60°	90°
α	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
$\sin\alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos\alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
$\operatorname{tg}\alpha$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	—

x	$\log x$	x	$\log x$	x	$\log x$	x	$\log x$
0,01	-2,000	0,26	-0,585	0,51	-0,292	0,76	-0,119
0,02	-1,699	0,27	-0,569	0,52	-0,284	0,77	-0,114
0,03	-1,523	0,28	-0,553	0,53	-0,276	0,78	-0,108
0,04	-1,398	0,29	-0,538	0,54	-0,268	0,79	-0,102
0,05	-1,301	0,30	-0,523	0,55	-0,260	0,80	-0,097
0,06	-1,222	0,31	-0,509	0,56	-0,252	0,81	-0,092
0,07	-1,155	0,32	-0,495	0,57	-0,244	0,82	-0,086
0,08	-1,097	0,33	-0,481	0,58	-0,237	0,83	-0,081
0,09	-1,046	0,34	-0,469	0,59	-0,229	0,84	-0,076
0,10	-1,000	0,35	-0,456	0,60	-0,222	0,85	-0,071
0,11	-0,959	0,36	-0,444	0,61	-0,215	0,86	-0,066
0,12	-0,921	0,37	-0,432	0,62	-0,208	0,87	-0,060
0,13	-0,886	0,38	-0,420	0,63	-0,201	0,88	-0,056
0,14	-0,854	0,39	-0,409	0,64	-0,194	0,89	-0,051
0,15	-0,824	0,40	-0,398	0,65	-0,187	0,90	-0,046
0,16	-0,796	0,41	-0,387	0,66	-0,180	0,91	-0,041
0,17	-0,770	0,42	-0,377	0,67	-0,174	0,92	-0,036
0,18	-0,745	0,43	-0,367	0,68	-0,167	0,93	-0,032
0,19	-0,721	0,44	-0,357	0,69	-0,161	0,94	-0,027
0,20	-0,699	0,45	-0,347	0,70	-0,155	0,95	-0,022
0,21	-0,678	0,46	-0,337	0,71	-0,149	0,96	-0,018
0,22	-0,658	0,47	-0,328	0,72	-0,143	0,97	-0,013
0,23	-0,638	0,48	-0,319	0,73	-0,137	0,98	-0,009
0,24	-0,620	0,49	-0,310	0,74	-0,131	0,99	-0,004
0,25	-0,602	0,50	-0,301	0,75	-0,125	1,00	0,000

Centralna Komisja Egzaminacyjna
ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa
tel. (22) 53-66-500, fax (22) 53-66-504
www.cke.edu.pl, e-mail: ckesekr@cke.edu.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Gdańsku
ul. Na Stoku 49, 80-874 Gdańsk
tel. (58) 32-05-590, fax (58) 32-05-591
www.oke.gda.pl, e-mail: komisja@oke.gda.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łodzi
ul. Praussa 4, 94-203 Łódź
tel. (42) 63-49-133, fax (42) 63-49-154
www.oke.lodz.pl, e-mail: komisja@komisja.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie
ul. Adama Mickiewicza 4, 43-600 Jaworzno
tel. (32) 78-41-615, fax (32) 78-41-608
www.oke.jaw.pl, e-mail: oke@oke.jaw.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu
ul. Gronowa 22, 61-655 Poznań
tel. (61) 85-40-160, fax (61) 85-21-441
www.oke.poznan.pl, e-mail: sekretariat@oke.poznan.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie
os. Szkolne 37, 31-978 Kraków
tel. (12) 68-32-101, fax (12) 68-32-100
www.oke.krakow.pl, e-mail: oke@oke.krakow.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie
Plac Europejski 3, 00-844 Warszawa
tel. (22) 45-70-335, fax (22) 45-70-345
www.oke.waw.pl, e-mail: info@oke.waw.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łomży
Al. Legionów 9, 18-400 Łomża
tel. (86) 47-37-120, fax (86) 47-36-817
www.oke.lomza.pl, e-mail: sekretariat@oke.lomza.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu
ul. Zielińskiego 57, 53-533 Wrocław
tel. (71) 78-51-894, fax (71) 78-51-866
www.oke.wroc.pl, e-mail: sekretariat@oke.wroc.pl

Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.
Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie.

ISBN 978-83-940902-2-7