



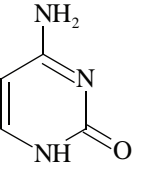
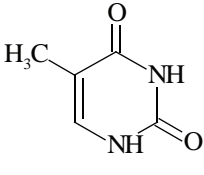
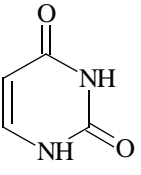
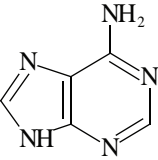
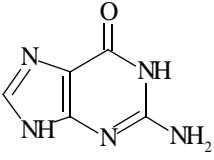
Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.  
Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie.

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

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

$\Psi_w$  – potencjał wody

$\Psi_s$  – potencjał osmotyczny

$\Psi_p$  – 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,

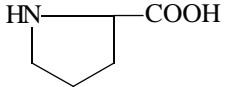
q – częstość allelu recesywnego w populacji.

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**

	$\text{Cl}^-$	$\text{Br}^-$	$\text{I}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{S}^{2-}$	$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{SiO}_3^{2-}$	$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{OH}^-$
$\text{Na}^+$	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
$\text{K}^+$	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
$\text{NH}_4^+$	R	R	R	R	R	R	R	R	R	—	R	R	R
$\text{Cu}^{2+}$	R	R	—	R	R	N	N	R	—	N	N	N	N
$\text{Ag}^+$	N	N	N	R	R	N	N	T	N	N	N	N	—
$\text{Mg}^{2+}$	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N
$\text{Ca}^{2+}$	R	R	R	R	R	T	N	T	N	N	T	N	T
$\text{Ba}^{2+}$	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	R
$\text{Zn}^{2+}$	R	R	R	R	R	N	T	R	N	N	T	N	N
$\text{Al}^{3+}$	R	R	R	R	R	—	—	R	—	N	N	N	N
$\text{Sn}^{2+}$	R	R	R	R	R	N	—	R	—	N	N	N	N
$\text{Pb}^{2+}$	T	T	N	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N
$\text{Mn}^{2+}$	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	N	N	N
$\text{Fe}^{2+}$	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	—	N	N
$\text{Fe}^{3+}$	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 <sub>2</sub> S	$1,0 \cdot 10^{-7}$
H <sub>2</sub> Se	$1,9 \cdot 10^{-4}$
H <sub>2</sub> Te	$2,5 \cdot 10^{-3}$
HClO	$5,0 \cdot 10^{-8}$
HClO <sub>2</sub>	$1,1 \cdot 10^{-2}$
HClO <sub>3</sub>	$5,0 \cdot 10^2$
HNO <sub>2</sub>	$5,1 \cdot 10^{-4}$
HNO <sub>3</sub>	27,5
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	$1,5 \cdot 10^{-2}$
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	$5,8 \cdot 10^{-10}$
H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	$5,9 \cdot 10^{-10}$
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	$6,5 \cdot 10^{-3}$
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$6,9 \cdot 10^{-3}$
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	$3,2 \cdot 10^{-10}$
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$4,5 \cdot 10^{-7}$
Kwas organiczny	Stała dysocjacji $K_a$
HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$ ( $t = 20$ °C)
CH <sub>3</sub> COOH	$1,8 \cdot 10^{-5}$
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	$1,4 \cdot 10^{-5}$
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	$6,5 \cdot 10^{-5}$
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> 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 <sub>3</sub>	$1,8 \cdot 10^{-5}$
CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	$4,3 \cdot 10^{-4}$
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	$5,0 \cdot 10^{-4}$
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	$4,0 \cdot 10^{-4}$
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	$7,4 \cdot 10^{-4}$
(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	$7,4 \cdot 10^{-5}$
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	$4,3 \cdot 10^{-10}$

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	$E^\circ$ , V	Półogniwo	$E^\circ$ , V
Li/Li <sup>+</sup>	-3,04	Ni/Ni <sup>2+</sup>	-0,26
Ca/Ca <sup>2+</sup>	-2,84	Sn/Sn <sup>2+</sup>	-0,14
Mg/Mg <sup>2+</sup>	-2,36	Pb/Pb <sup>2+</sup>	-0,13
Al/Al <sup>3+</sup>	-1,68	Fe/Fe <sup>3+</sup>	-0,04
Mn/Mn <sup>2+</sup>	-1,18	H <sub>2</sub> /2H <sup>+</sup>	0,00
Zn/Zn <sup>2+</sup>	-0,76	Bi/Bi <sup>3+</sup>	+0,31
Cr/Cr <sup>3+</sup>	-0,74	Cu/Cu <sup>2+</sup>	+0,34
Fe/Fe <sup>2+</sup>	-0,44	Ag/Ag <sup>+</sup>	+0,80
Cd/Cd <sup>2+</sup>	-0,40	Hg/Hg <sup>2+</sup>	+0,85
Co/Co <sup>2+</sup>	-0,28	Au/Au <sup>3+</sup>	+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		
1H Wodór 1,01 2,1												13	14	15	16	17	2He Hel 4,00		
												5B Bor 10,81 2,0	6C Węgiel 12,01 2,5	7N Azot 14,01 3,0	8O Tlen 16,00 3,5	9F Fluor 19,00 4,0	10Ne Neon 20,18		
												13Al Glin 26,98 1,5	14Si Krzem 28,08 1,8	15P Fosfor 30,97 2,1	16S Siarka 32,07 2,5	17Cl Chlor 35,45 3,0	18Ar Argon 39,95		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	31Ga Gal 69,72 1,6	32Ge German 72,61 1,8	33As Arsen 74,92 2,0	34Se Selen 78,96 2,4	35Br Brom 79,90 2,8	36Kr Krypton 83,80		
		19K Potas 39,10 0,9	20Ca Wapń 40,08 1,0	21Sc Skand 44,96 1,3	22Ti Tytan 47,88 1,5	23V Wanad 50,94 1,7	24Cr Chrom 52,00 1,9	25Mn Mangan 54,94 1,7	26Fe Żelazo 55,85 1,9	27Co Kobalt 58,93 2,0	28Ni Nikiel 58,69 2,0	29Cu Miedź 63,55 1,9	30Zn Cynk 65,39 1,6	31Ga Gal 69,72 1,6	32Ge German 72,61 1,8	33As Arsen 74,92 2,0	34Se Selen 78,96 2,4	35Br Brom 79,90 2,8	36Kr Krypton 83,80
		37Rb Rubid 85,47 0,8	38Sr Stront 87,62 1,0	39Y Itr 88,91 1,3	40Zr Cyrkon 91,22 1,4	41Nb Niob 92,91 1,6	42Mo Molibden 95,94 2,0	43Tc Technet 97,91 1,9	44Ru Ruten 101,07 2,2	45Rh Rod 102,91 2,2	46Pd Pallad 106,42 2,2	47Ag Srebro 107,87 1,9	48Cd Kadm 112,41 1,7	49In Ind 114,82 1,7	50Sn Cyna 118,71 1,8	51Sb Antymon 121,76 1,9	52Te Tellur 127,60 2,1	53I Jod 126,90 2,5	54Xe Ksenon 131,29
		55Cs Cez 132,91 0,7	56Ba Bar 137,33 0,9	57La* Lantan 138,91 1,1	72Hf Hafn 178,49 1,3	73Ta Tantal 180,95 1,5	74W Wolfram 183,84 2,0	75Re Ren 186,21 1,9	76Os Osm 190,23 2,2	77Ir Iryd 192,22 2,2	78Pt Platyna 195,08 2,2	79Au Złoto 196,97 2,4	80Hg Rtęć 200,59 1,9	81Tl Tal 204,38 1,8	82Pb Ołów 207,20 1,8	83Bi Bizmut 208,98 1,9	84Po Polon 208,98 2,0	85At Astat 209,99 2,2	86Rn Radon 222,02
		87Fr Frans 223,02 0,7	88Ra Rad 226,03 0,9	89Ac** Aktyn 227,03	104Rf Rutherford 261,11	105Db Dubn 263,11	106Sg Seaborg 265,12	107Bh Bohr 264,10	108Hs Has 269,10	109Mt Meitner 268,10	110Ds Darmstadt 281,10	111Uuu Ununun 280	112Uub Ununbi 285	113Uut Ununtri 284	114Uuq Ununkwad 289	115Uup Ununpent 288	116Uuh Ununheks 292	117Uus Ununsept	118Uuo Ununokt 294

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

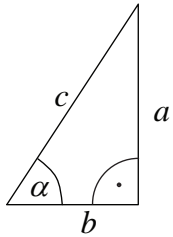
$$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

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	$\mu$	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	$u = 1,667 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
stała Boltzmann	$k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$	elektronowolt	$\text{eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
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	$1 \text{ pc} = 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m}$

$\alpha$	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
$\beta$	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°
$\alpha$	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	$\sqrt{3}$	—

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