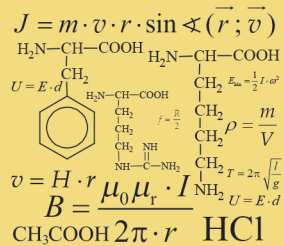
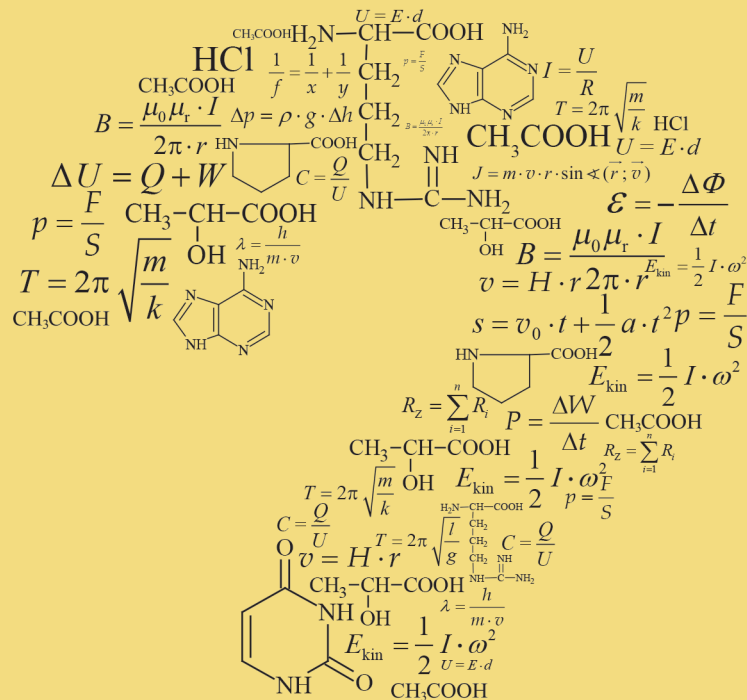


Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin naturalny z biologii, chemii i fizyki



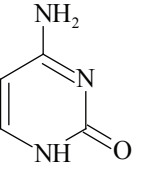
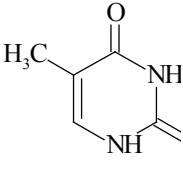
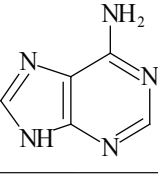
Publikacja współfinansowana przez
Publikacja jest dystrybuowana bezpl

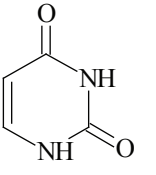
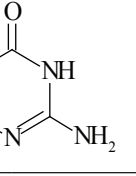
ropejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Warszawa 2015

Spis treści

1.	Zasady azotowe	1
2.	Wybrane kwasy organiczne	1
3.	Kod genetyczny	1
4.	Potencjał wody w komórce roś...	1
5.	Równanie Hardy’ego-Weinber...	1
6.	Wybrane aminokwasy białkow...	2
7.	Rozpuszczalność soli i wodoroc...	3
8.	Stałe dysocjacji wybranych kw...	4
9.	Stałe dysocjacji wybranych za...	4
10.	Szereg elektrochemiczny wybr...	4
11.	Układ okresowy pierwiastków...	5
12.	Kinematyka	6
13.	Dynamika	6
14.	Siła ciężkości, siła sprężystośc...	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 che...	9
26.	Wybrane zagadnienia z trygon...	10

Zasady azotowe	
pirymidynowe	
	
cytozyna (C)	tymina (T)
purynowe	
	
adenina (A)	


uracyl (U)

ina (G)

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

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

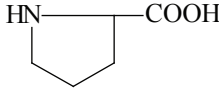
q – częstość allelu recesywnego w populacji

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 białk	
Nazwa aminokwasu	Wzór
Glicyna	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Alanina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Cysteina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$
Seryna	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$
Walina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
Fenylalanina	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
Kwas asparaginowy	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$
Kwas glutaminowy	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$

pI
6,06
6,11
5,05
5,68
6,00
5,48
2,85
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	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}-\text{C}(=\text{NH})-\text{NH}_2 \end{array}$	Arg	10,76

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

	Cl^-	Br^-	
Na^+	R	R	
K^+	R	R	
NH_4^+	R	R	
Cu^{2+}	R	R	
Ag^+	N	N	
Mg^{2+}	R	R	
Ca^{2+}	R	R	
Ba^{2+}	R	R	
Zn^{2+}	R	R	
Al^{3+}	R	R	
Sn^{2+}	R	R	
Pb^{2+}	T	T	
Mn^{2+}	R	R	
Fe^{2+}	R	R	
Fe^{3+}	R	R	
R – substancja rozpuszczalna; T – s — oznacza, że dana substancja albo			

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

rozpuszczalność soli i wodorotlenków w wodzie w temperaturze 25 °C										
	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^-
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	—	R	R	R
R	R	R	N	N	R	—	N	N	N	N
R	R	R	N	N	T	N	N	N	N	—
R	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N
R	R	R	T	N	T	N	N	T	N	T
R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	R
R	R	R	N	T	R	N	N	T	N	N
R	R	R	—	—	R	—	N	N	N	N
R	R	R	N	—	R	—	N	N	N	N
R	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N
R	R	R	N	N	R	N	N	N	N	N
R	R	R	N	N	R	N	N	—	N	N
R	R	R	N	—	R	—	N	N	N	N
ja trudno rozpuszczalna (strąca się ze stęż. roztworów); N – substancja nierozpuszczalna; la się w wodzie, albo nie została otrzymana										

Stałe dysocjacji wybranych kwasów w temperaturze 25 °C*
Kwas nieorganiczny
HF
HCl
HBr
HI
H ₂ S
H ₂ Se
H ₂ Te
HClO
HClO ₂
HClO ₃
HNO ₂
HNO ₃
H ₂ SO ₃
H ₃ BO ₃
H ₃ AsO ₃
H ₃ AsO ₄
H ₃ PO ₄
H ₄ SiO ₄
H ₂ CO ₃
Kwas organiczny
HCOOH
CH ₃ COOH
CH ₃ CH ₂ COOH
C ₆ H ₅ COOH
C ₆ H ₅ OH

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 temperaturze 25 °C*
Stała dysocjacji K _a lub K _{a1}
10 ⁻⁴
10 ⁻⁷
10 ⁻⁹
10 ⁻¹⁰
10 ⁻⁷
10 ⁻⁴
10 ⁻³
10 ⁻⁸
10 ⁻²
10 ⁻²
10 ⁻⁴
10 ⁻²
10 ⁻¹⁰
10 ⁻¹⁰
10 ⁻³
10 ⁻³
10 ⁻¹⁰
10 ⁻⁷
Stała dysocjacji K _a
10 ⁻⁴ (t = 20 °C)
10 ⁻⁵
10 ⁻⁵
10 ⁻⁵
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.

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 ¹ H Wodór 1,01 2,1	2		
³ Li Lit 6,94 1,0	⁴ Be Beryl 9,01 1,5		
¹¹ Na Sód 23,00 0,9	¹² Mg Magnez 24,31 1,2	3	4
¹⁹ K Potas 39,10 0,9	²⁰ Ca Wapń 40,08 1,0	²¹ Sc Skand 44,96 1,3	²² Ti Tytan 47,87 1,5
³⁷ Rb Rubid 85,47 0,8	³⁸ Sr Stront 87,62 1,0	³⁹ Y Itr 88,91 1,3	⁴⁰ Zr Cyrkon 91,22 1,4
⁵⁵ Cs Cez 132,91 0,7	⁵⁶ Ba Bar 137,33 0,9	⁵⁷ La* Lantan 138,91 1,1	⁷² Hf Hafn 178,49 1,3
⁸⁷ Fr Frans 223,02 0,7	⁸⁸ Ra Rad 226,03 0,9	⁸⁹ Ac** Aktyn 227,03	¹⁰⁴ Rf Rutherford 261,11

*)	⁵⁸ Ce Cer 140,12
**)	⁹⁰ Th Tor 232,04

atomowa	¹ H Wodór 1,01 2,1	symbol chemiczny pierwiastka
		masa atomowa, u
		elektroujemność

													13	14	15	16	17	18 ² He Hel 4,00
													⁵ B Bor 10,81 2,0	⁶ C Węgiel 12,01 2,5	⁷ N Azot 14,01 3,0	⁸ O Tlen 16,00 3,5	⁹ F Fluor 19,00 4,0	¹⁰ Ne Neon 20,18
													¹³ Al Glin 26,98 1,5	¹⁴ Si Krzem 28,09 1,8	¹⁵ P Fosfor 30,97 2,1	¹⁶ S Siarka 32,07 2,5	¹⁷ Cl Chlor 35,45 3,0	¹⁸ Ar Argon 39,95
6	7	8	9	10	11	12							³¹ Ga Gal 69,72 1,6	³² Ge German 72,61 1,8	³³ As Arsen 74,92 2,0	³⁴ Se Selen 78,96 2,4	³⁵ Br Brom 79,90 2,8	³⁶ Kr Krypton 83,80
	²⁴ Cr Chrom 52,00 1,9	²⁵ Mn Mangan 54,94 1,7	²⁶ Fe Żelazo 55,85 1,9	²⁷ Co Kobalt 58,93 2,0	²⁸ Ni Nikiel 58,69 2,0	²⁹ Cu Miedź 63,55 1,9	³⁰ Zn Cynk 65,39 1,6						⁴⁹ In Ind 114,82 1,7	⁵⁰ Sn Cyna 118,71 1,8	⁵¹ Sb Antymon 121,76 1,9	⁵² Te Tellur 127,60 2,1	⁵³ I Jod 126,90 2,5	⁵⁴ Xe Ksenon 131,29
	⁴² Mo Molibden 95,94 2,0	⁴³ Tc Technet 97,91 1,9	⁴⁴ Ru Ruten 101,07 2,2	⁴⁵ Rh Rod 102,91 2,2	⁴⁶ Pd Pallad 106,42 2,2	⁴⁷ Ag Srebro 107,87 1,9	⁴⁸ Cd Kadm 112,41 1,7						⁸¹ Tl Tal 204,38 1,8	⁸² Pb Ołów 207,20 1,8	⁸³ Bi Bizmut 208,98 1,9	⁸⁴ Po Polon 208,98 2,0	⁸⁵ At Astat 209,99 2,2	⁸⁶ Rn Radon 222,02
	⁷⁴ W Wolfram 183,84 2,0	⁷⁵ Re Ren 186,21 1,9	⁷⁶ Os Osm 190,23 2,2	⁷⁷ Ir Iryd 192,22 2,2	⁷⁸ Pt Platyna 195,08 2,2	⁷⁹ Au Złoto 196,97 2,4	⁸⁰ Hg Rtęć 200,59 1,9						¹¹³ Uut Ununtri 284	¹¹⁴ Uuq Ununkwad 289	¹¹⁵ Uup Ununpent 288	¹¹⁶ Uuh Ununheks 292	¹¹⁷ Uus Ununsept	¹¹⁸ Uuo Ununokt 294

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

Źródło: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*,

2004. Masy atomowe podano z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Kinematyka	
prędkość	
przyspieszenie	
prędkość kątowa	ω
prędkość w ruchu po okręgu	v
przyspieszenie dośrodkowe	$a_d =$
przyspieszenie kątowe	
przyspieszenie styczne	c
prędkość w prostoliniowym ruchu jednostajnie zmiennym	$v =$
droga w prostoliniowym ruchu jednostajnie zmiennym	$s = \tau$

Drgania i fale	
ruch harmoniczny	$x(t) = A \cdot \sin$ $v(t) = A \cdot \omega \cdot$ $a(t) = -A \cdot \omega$
okres drgań masy na sprężynie i wahadła matematycznego	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}};$
częstotliwość i długość fali	$f = \frac{1}{T} \quad ;$
załamanie fali	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} =$
siatka dyfrakcyjna	$n \cdot \lambda = a$
efekt Dopplera	$f = f_z$

$\frac{2\pi}{T}$
r
$v^2 \cdot r$
r
$\cdot t$
$a \cdot t^2$
)
$t + \varphi)$
$t + \varphi)$
$\sqrt{\frac{l}{g}}$
$\cdot T$

Dynamika	
pęd	$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
II zasada dynamiki	$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} \quad ; \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$
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	$\frac{\Delta J}{\Delta t} = M \quad ; \quad \varepsilon = \frac{M}{I}$
praca	$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos \angle(\vec{F}, \Delta \vec{x})$
moc	$P = \frac{W}{\Delta t}$
energia kinetyczna	$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
energia kinetyczna ruchu obrotowego bryły sztywnej	$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$

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	$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} = \text{const}$
siła sprężystości	$\vec{F}_s = -k \cdot \vec{x}$
energia potencjalna sprężystości	$E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$
siła tarcia kinetycznego	$T_k = \mu_k \cdot F_N$
siła tarcia statycznego	$T_s \leq \mu_s \cdot F_N$

Optyka	
kąt graniczny	$\sin$
kąt Brewstera	tg
równanie soczewki, zwierciadła	$\frac{1}{f} =$
soczewka	$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{socz}}}{n_{\text{otocz}}} \right)$
zwierciadło kuliste	f

Fizyka współczesna	
równoważność masy-energii	$E :$
energia fotonu	$E = h \cdot f$
zjawisko fotoelektryczne	$h \cdot f =$
długość fali de Broglie'a	λ
poziomy energetyczne atomu wodoru	$E_n =$
prawo Hubble'a	$v :$

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	$E_{\text{śr}} = \frac{3}{2} k_B \cdot T$
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 prądnic	$\mathcal{E} = n \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi)$
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	$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$
natężenie pola	$\vec{E} :$
napięcie	$U :$
pole jednorodne	$U =$
pojemność (pojemność kondensatora płaskiego)	$C = \frac{Q}{U} \quad \left(\epsilon \right)$
energia kondensatora	$W = \frac{1}{2} Q \cdot U$

Prąd elektryczny		
$:\frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0}$	natężenie prądu	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$
	moc prądu	$P = U \cdot I$
	opór przewodnika	$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$
	prawo Ohma	$I = \frac{U}{R}$
$), \cdot \frac{S}{d} \left(\right)$	napięcie ogniwa	$U = \mathcal{E} - I \cdot R_w$
$\cdot U^2$	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: $\log_a c = b$ 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: $x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$

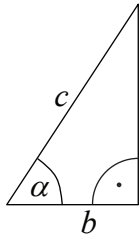
mnożnik	10^{12}	
przedrostek	tera	ξ
oznaczenie	T	

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

przyspieszenie ziemskie
masa Ziemi
średni promień Ziemi
stała grawitacji
liczba Avogadro
objętość 1 mola gazu doskonałego w warunkach normalnych
uniwersalna stała gazowa
stała Boltzmanna
przenikalność elektryczna próżni
stała elektryczna

Stałe i jednostki fizyczne i chemiczne		
$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	przenikalność magnetyczna próżni	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$
$M_Z = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	prędkość światła w próżni	$c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$R_Z = 6370 \text{ km}$	stała Plancka	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2}$	ładunek elementarny	$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$	masa elektronu	$m = 9,110 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
$t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ 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	$m = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$	jednostka masy atomowej	$1 \text{ u} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
$k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$	elektronowolt	$1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N}\cdot\text{m}^2}$	stała Hubble'a	$H \approx 75 \frac{\text{km}}{\text{s}\cdot\text{Mpc}}$
$k = \frac{1}{4\pi\cdot\varepsilon_0} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{C}^2}$	parsek	$1 \text{ pc} = 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m}$

α	0°	5°	10°	15°
$\sin \alpha$	0,0000	0,0872	0,1736	0,25
$\cos \beta$				
β	90°	85°	80°	75°



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

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

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

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

α	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
20°	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	65°	60°	55°	50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°

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

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

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

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

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

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

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

45°	60°	90°
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
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. Narutowicza 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 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 Łodzi
ul. Przemysłowa 4-203 Łódź
tel. (42) 63-49-133, fax (42) 63-49-154
www.oke.lodz.pl, e-mail: komisja@komisja.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w 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 Jaworznie
ul. Armii Krajowej 4, 43-600 Jaworzno
tel. (32) 78-41-608, fax (32) 78-41-608
www.oke.jaw.pl, e-mail: oke@oke.jaw.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 w Poznaniu
ul. Grzegorzewskiego 61-655 Poznań
tel. (61) 85-21-441, fax (61) 85-21-441
www.oke.poznan.pl, e-mail: sekretariat@oke.poznan.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