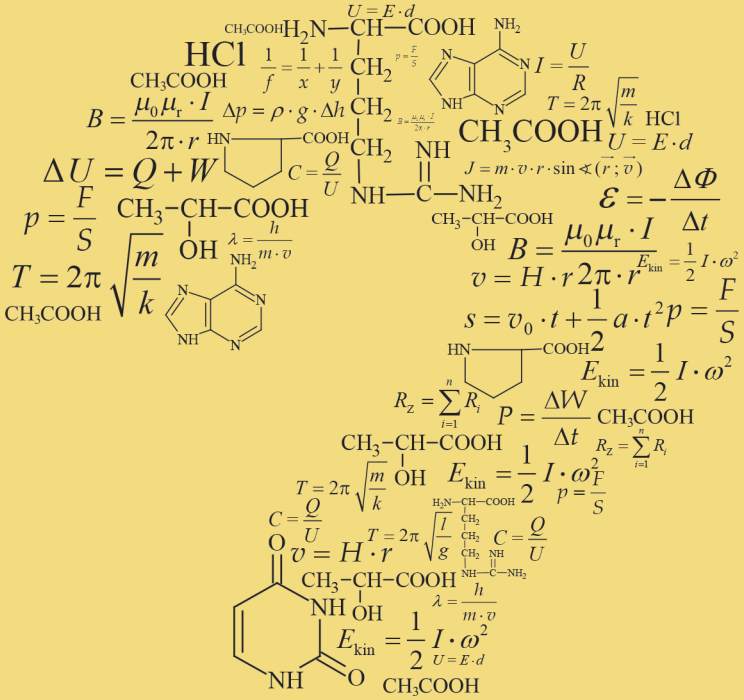
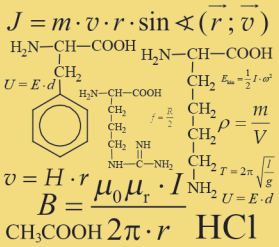
Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

MINISTERSTWO EDUKACJI NARODOWEJ

CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

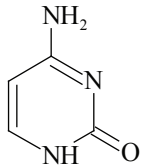
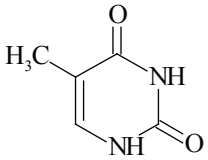
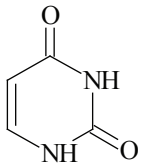
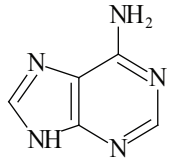
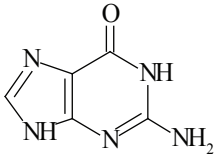
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ SPOŁECZNY

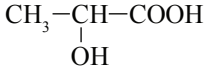
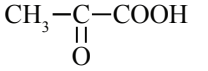
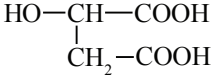
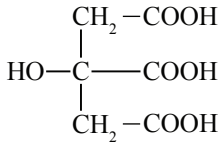
Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.
Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie.

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)**	

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

Wybrane aminokwasy białkowe			
Nazwa aminokwasu	**Wzór**	**Kod**	**pI**
Glicyna	H_2N-CH_2-COOH	**Gly**	6,06
Alanina	$H_2N-CH(CH_3)-COOH$	**Ala**	6,11
Cysteina	$H_2N-CH(CH_2-SH)-COOH$	**Cys**	5,05
Seryna	$H_2N-CH(CH_2-OH)-COOH$	**Ser**	5,68
Walina	$H_2N-CH(CH(CH_3)_2)-COOH$	**Val**	6,00
Fenyloalanina	$H_2N-CH(CH_2-C_6H_5)-COOH$	**Phe**	5,48
Kwas asparaginowy	$H_2N-CH(CH_2-COOH)-COOH$	**Asp**	2,85
Kwas glutaminowy	$H_2N-CH(CH_2-CH_2-COOH)-COOH$	**Glu**	3,15

Nazwa aminokwasu	Wzór	Kod	pI
Lizyna	$H_2N-CH(CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2)-COOH$	**Lys**	9,60
Tyrozyna	$H_2N-CH(CH_2-C_6H_4-OH)-COOH$	**Tyr**	5,64
Glutamina	$H_2N-CH(CH_2-CH_2-CONH_2)-COOH$	**Gln**	5,65
Asparagina	$H_2N-CH(CH_2-CONH_2)-COOH$	**Asn**	5,51
Leucyna	$H_2N-CH(CH_2-CH(CH_3)_2)-COOH$	**Leu**	6,01
Izoleucyna	$H_2N-CH(CH(CH_3)-C_2H_5)-COOH$	**Ile**	6,05

Nazwa aminokwasu	Wzór	Kod	pI
Metionina	$H_2N-CH(CH_2-CH_2-S-CH_3)-COOH$	**Met**	5,74
Treonina	$H_2N-CH(CH(OH)-CH_3)-COOH$	**Thr**	5,60
Prolina	$HN-C_4H_7-COOH$	**Pro**	6,30
Histydyna	$H_2N-CH(CH_2-C_3H_2N_2)-COOH$	**His**	7,60
Tryptofan	$H_2N-CH(CH_2-C_8H_6N)-COOH$	**Trp**	5,89
Arginina	$H_2N-CH(CH_2-CH_2-CH_2-NH-C(=NH)-NH_2)-COOH$	**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
NH_4^+	R	R	R	R	R	R	R	R	R	—	R	R	R
Cu^{2+}	R	R	—	R	R	N	N	R	—	N	N	N	N
Ag^+	N	N	N	R	R	N	N	T	N	N	N	N	—
Mg^{2+}	R	R	R	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N
Ca^{2+}	R	R	R	R	R	T	N	T	N	N	T	N	T
Ba^{2+}	R	R	R	R	R	R	N	N	N	N	N	N	R
Zn^{2+}	R	R	R	R	R	N	T	R	N	N	T	N	N
Al^{3+}	R	R	R	R	R	—	—	R	—	N	N	N	N
Sn^{2+}	R	R	R	R	R	N	—	R	—	N	N	N	N
Pb^{2+}	T	T	N	R	R	N	N	N	N	N	N	N	N
Mn^{2+}	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	N	N	N
Fe^{2+}	R	R	R	R	R	N	N	R	N	N	—	N	N
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

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

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_2S	$1{,}0 \cdot 10^{-7}$
H_2Se	$1{,}9 \cdot 10^{-4}$
H_2Te	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$
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_2SO_3	$1{,}5 \cdot 10^{-2}$
H_3BO_3	$5{,}8 \cdot 10^{-10}$
H_3AsO_3	$5{,}9 \cdot 10^{-10}$
H_3AsO_4	$6{,}5 \cdot 10^{-3}$
H_3PO_4	$6{,}9 \cdot 10^{-3}$
H_4SiO_4	$3{,}2 \cdot 10^{-10}$
H_2CO_3	$4{,}5 \cdot 10^{-7}$
Kwas organiczny	**Stała dysocjacji K_a**
HCOOH	$1{,}8 \cdot 10^{-4}$ (t = 20 °C)
CH_3COOH	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$
CH_3CH_2COOH	$1{,}4 \cdot 10^{-5}$
C_6H_5COOH	$6{,}5 \cdot 10^{-5}$
C_6H_5OH	$1{,}3 \cdot 10^{-10}$ (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_3NH_2	$4{,}3 \cdot 10^{-4}$
$CH_3CH_2NH_2$	$5{,}0 \cdot 10^{-4}$
$CH_3CH_2CH_2NH_2$	$4{,}0 \cdot 10^{-4}$
$(CH_3)_2NH$	$7{,}4 \cdot 10^{-4}$
$(CH_3)_3N$	$7{,}4 \cdot 10^{-5}$
$C_6H_5NH_2$	$4{,}3 \cdot 10^{-10}$

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

$_{1}H$	symbol chemiczny pierwiastka
Wodór	
1,01	masa atomowa, u
2,1	elektroujemność

liczba atomowa

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$_{1}H$ Wodór 1,01 2,1																	$_{2}He$ Hel 4,00
$_{3}Li$ Lit 6,94 1,0	$_{4}Be$ Beryl 9,01 1,5											$_{5}B$ 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
$_{11}Na$ Sód 23,00 0,9	$_{12}Mg$ Magnez 24,31 1,2											$_{13}Al$ 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
$_{19}K$ 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	$_{23}V$ Wanad 50,94 1,7	$_{24}Cr$ 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	$_{31}Ga$ 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
$_{37}Rb$ 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	$_{41}Nb$ Niob 92,91 1,6	$_{42}Mo$ 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	$_{49}In$ 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
$_{55}Cs$ 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	$_{73}Ta$ Tantal 180,95 1,5	$_{74}W$ 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	$_{81}Tl$ 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
$_{87}Fr$ Frans 223,02 0,7	$_{88}Ra$ Rad 226,03 0,9	$_{89}Ac^{**}$ Aktyn 227,03	$_{104}Rf$ Rutherford 261,11	$_{105}Db$ Dubn 263,11	$_{106}Sg$ Seaborg 265,12	$_{107}Bh$ Bohr 264,10	$_{108}Hs$ Has 269,10	$_{109}Mt$ Meitner 268,10	$_{110}Ds$ Darmstadt 281,10	$_{111}Uuu$ Ununun 280	$_{112}Uub$ Ununbi 285	$_{113}Uut$ Ununtri 284	$_{114}Uuq$ Ununkwad 289	$_{115}Uup$ Ununpent 288	$_{116}Uuh$ Ununheks 292	$_{117}Uus$ Ununsept	$_{118}Uuo$ Ununokt 294

*)	$_{58}Ce$ Cer 140,12	$_{59}Pr$ Prazeodym 140,91	$_{60}Nd$ 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
**)	$_{90}Th$ Tor 232,04	$_{91}Pa$ Protaktyn 231,04	$_{92}U$ 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*, 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 kątowa	$\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$
prędkość w ruchu po okręgu	$v = \omega \cdot r$
przyspieszenie dośrodkowe	$a_{\mathrm{d}} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 \cdot r$
przyspieszenie kątowe	$\varepsilon = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$
przyspieszenie styczne	$a_{\mathrm{st}} = \varepsilon \cdot r$
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	$f = \frac{1}{T} \quad ; \quad \lambda = v \cdot T$
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	$f = f_{źr} \frac{v}{v \pm u_{źr}}$

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	$M = F \cdot r \cdot \sin\sphericalangle(\vec{r}; \vec{F})$
moment bezwładności	$I = \sum_{i=1}^{n} m_i \cdot r_i^2$
moment pędu punktu materialnego	$J = m \cdot v \cdot r \cdot \sin\sphericalangle(\vec{r}; \vec{v})$
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	$W = F \cdot \Delta x \cdot \cos\sphericalangle(\vec{F}, \Delta\vec{x})$
moc	$P = \frac{W}{\Delta t}$
energia kinetyczna	$E_{\mathrm{kin}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
energia kinetyczna ruchu obrotowego bryły sztywnej	$E_{\mathrm{kin}} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$

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)	$v_{\mathrm{I}} = \sqrt{\frac{G \cdot M_{\mathrm{Z}}}{R_{\mathrm{Z}}}} = 7{,}9 \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$ $v_{\mathrm{II}} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_{\mathrm{Z}}}{R_{\mathrm{Z}}}} = 11{,}2 \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$
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	$E_{\mathrm{pot}} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$
siła tarcia kinetycznego	$T_{\mathrm{k}} = \mu_{\mathrm{k}} \cdot F_{\mathrm{N}}$
siła tarcia statycznego	$T_{\mathrm{s}} \leqslant \mu_{\mathrm{s}} \cdot F_{\mathrm{N}}$

Optyka	
kąt graniczny	$\sin\alpha_{gr} = \frac{1}{n}$
kąt Brewstera	$\mathrm{tg}\,\alpha_B = n$
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	$h \cdot f = W + E_{k\max}$
długość fali de Broglie'a	$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$
poziomy energetyczne atomu wodoru	$E_n = -\frac{13{,}6\ \mathrm{eV}}{n^2}$
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	$E_{śr} = \frac{3}{2} k_B \cdot T$
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	$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\sphericalangle(\vec{v};\vec{B})$
siła elektrodynamiczna	$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin\sphericalangle(\vec{l};\vec{B})$
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)	$B = \mu_0 \mu_r \frac{n \cdot I}{l}$
strumień pola magnetycznego	$\Phi = B \cdot S \cdot \cos\sphericalangle(\vec{B};\vec{S})$
SEM indukcji	$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
SEM samoindukcji	$\mathcal{E} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$
SEM prądnicy	$\mathcal{E} = n \cdot B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin(\omega t + \varphi)$
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	$F = k\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad ; \quad k = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon_0}$
natężenie pola	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$
napięcie	$U = \frac{W}{q}$
pole jednorodne	$U = E \cdot d$
pojemność (pojemność kondensatora płaskiego)	$C = \frac{Q}{U} \quad \left(C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{d}\right)$
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:

$\log_a c = b$ 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:

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

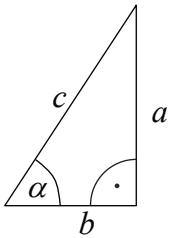
Równanie kwadratowe $ax^2 + bx + c = 0$, gdzie $a \neq 0$, ma rozwiązania rzeczywiste wtedy i tylko wtedy, gdy $\Delta = b^2 - 4ac \geqslant 0$. Rozwiązania te wyrażają się wzorami:

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

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

Stałe i jednostki fizyczne i chemiczne			
przyspieszenie ziemskie	$g = 9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$	przenikalność magnetyczna próżni	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}^2}$
masa Ziemi	$M_\mathrm{Z} = 5{,}98 \cdot 10^{24}\ \mathrm{kg}$	prędkość światła w próżni	$c = 3{,}00 \cdot 10^{8}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$
średni promień Ziemi	$R_\mathrm{Z} = 6370\ \mathrm{km}$	stała Plancka	$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \mathrm{J \cdot s}$
stała grawitacji	$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{kg^2}}$	ładunek elementarny	$e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$
liczba Avogadro	$N_\mathrm{A} = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \frac{1}{\mathrm{mol}}$	masa elektronu	$m = 9{,}110 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$
objętość 1 mola gazu doskonałego w warunkach normalnych	$t = 0\ ^\circ\mathrm{C}$ oraz $p = 1013{,}25\ \mathrm{hPa}$ $V = 22{,}41\ \frac{\mathrm{dm^3}}{\mathrm{mol}}$	masa protonu	$m = 1{,}673 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
		masa neutronu	$m = 1{,}675 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
uniwersalna stała gazowa	$R = 8{,}31\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol \cdot K}}$	jednostka masy atomowej	$1\ \mathrm{u} = 1{,}661 \cdot 10^{-27}\ \mathrm{kg}$
stała Boltzmanna	$k_\mathrm{B} = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}$	elektronowolt	$1\ \mathrm{eV} = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$
przenikalność elektryczna próżni	$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \frac{\mathrm{C^2}}{\mathrm{N \cdot m^2}}$	stała Hubble'a	$H \approx 75\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s \cdot Mpc}}$
stała elektryczna	$k = \frac{1}{4\pi \cdot \varepsilon_0} = 8{,}99 \cdot 10^{9}\ \frac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{C^2}}$	parsek	$1\ \mathrm{pc} = 3{,}09 \cdot 10^{16}\ \mathrm{m}$

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



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

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

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

$\cos(90° - \alpha) = \sin\alpha$

$\sin(90° - \alpha) = \cos\alpha$

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

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

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

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

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

α	0°	30°	45°	60°	90°
	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
sinα	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cosα	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tgα	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