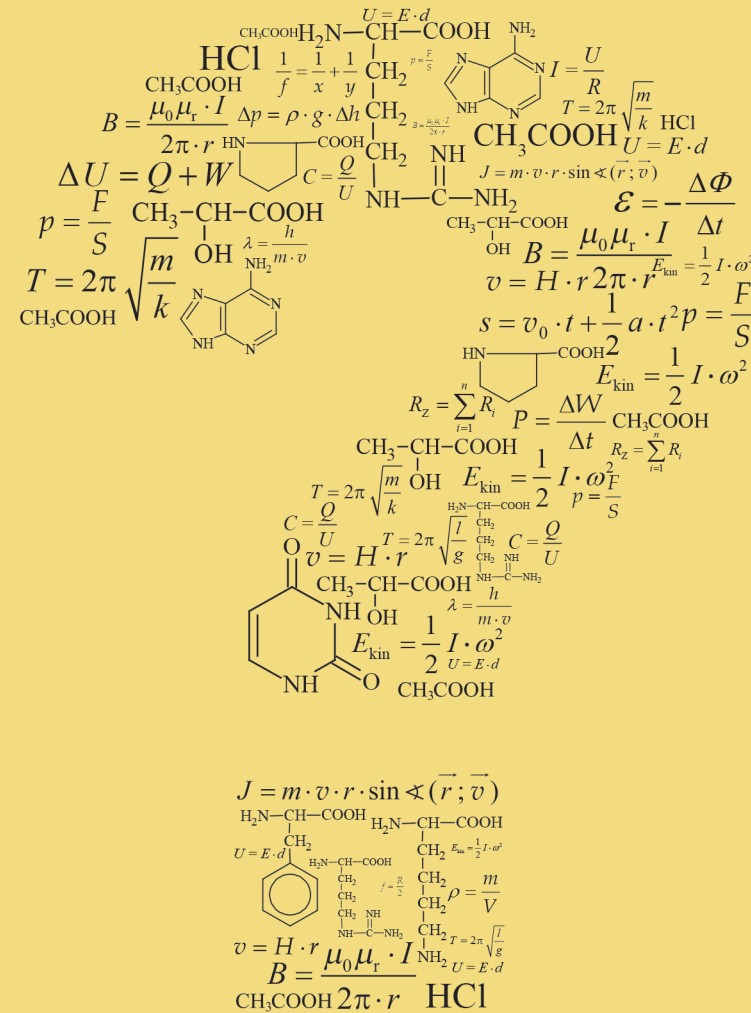


# Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki



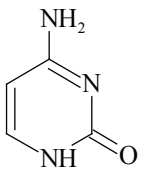
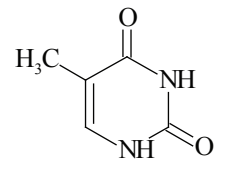
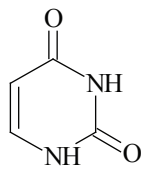
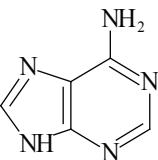
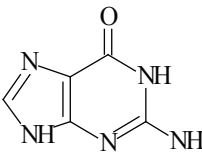
Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.  
Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie.

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

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

$\Psi_w$  – 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,

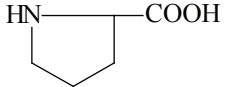
q – częstość allelu recesywnego w populacji.

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

**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.





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:

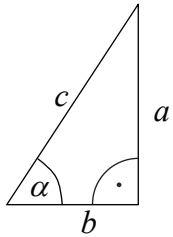
$$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

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	$1 \text{ u} \approx 1,663 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
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	$1 \text{ pc} = 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m}$

$\alpha$	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