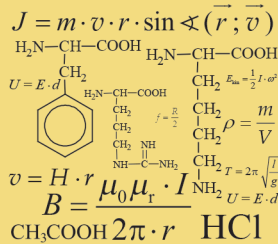
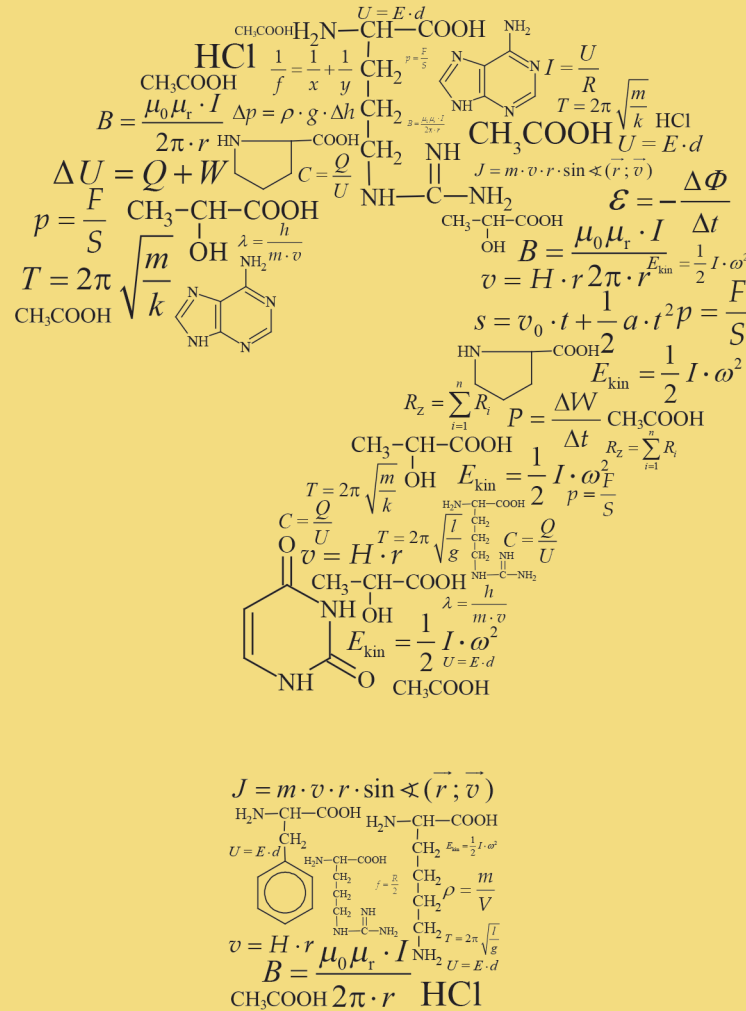


Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki

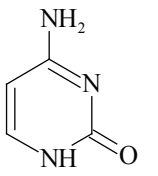
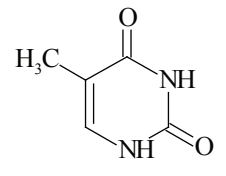
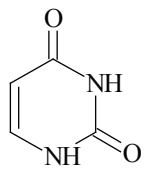
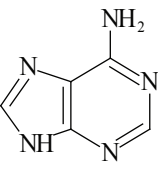
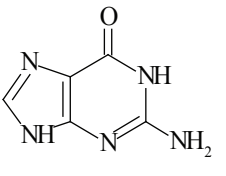


Publikacja współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.
Publikacja jest dystrybuowana bezpłatnie.

Warszawa 2015

Spis treści

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

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

Potencjał wody w komórce roślinnej

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

Ψ_w – potencjał wody

Ψ_s – potencjał osmotyczny

Ψ_p – potencjał ciśnienia

Równanie Hardy'ego-Weinberga

$$p + q = 1$$

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

gdzie:

p – częstość allelu dominującego w populacji,

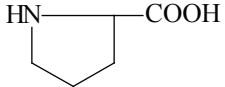
q – częstość allelu recesywnego w populacji.

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

| | 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

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

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

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

* jeśli w tabeli nie zaznaczono inaczej

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

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

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

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

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

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

Układ okresowy pierwiastków

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | | | |
|----------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 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 | 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 | | |
| | | 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 | 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 | | |
| | | 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 | 111Uuu Ununun 280 | 112Uub Ununbi 285 | 113Uut Ununtri 284 | 114Uuq Ununkwad 289 | 115Uup Ununpent 288 | 116Uuh Ununheks 292 | 117Uus Ununsept 294 | 118Uuo Ununokt 294 |
| | | 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 294 | 118Uuo Ununokt 294 | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| *) | 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:

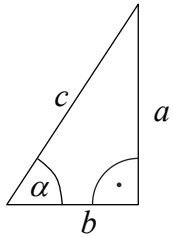
$$x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \quad x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

| 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 | μ | n | p |

Stale i jednostki fizyczne i chemiczne

| | | | |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| przyspieszenie ziemskie | $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ | przenikalność magnetyczna próżni | $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$ |
| masa Ziemi | $M_Z = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ | prędkość światła w próżni | $c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| średni promień Ziemi | $R_Z = 6370 \text{ km}$ | stała Plancka | $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ |
| stała grawitacji | $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N}\cdot\text{m}^2}{\text{kg}^2}$ | ładunek elementarny | $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |
| liczba Avogadro | $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$ | masa elektronu | $m = 9,110 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ |
| objętość 1 mola gazu doskonałego w warunkach normalnych | $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ oraz $p = 1013,25 \text{ hPa}$ $V = 22,41 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$ | masa protonu | $m = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |
| | | masa neutronu | $m = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |
| uniwersalna stała gazowa | $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ | jednostka masy atomowej | $u = 1,667 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |
| stała Boltzmanna | $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$ | 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 | $1 \text{ pc} = 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m}$ |

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISBN 978-83-940902-2-7