

# Vernieuwd en praktisch Periodiek Systeem van de Elementen voor het secundair en het hoger onderwijs

|           | GROEP 1<br>IA<br>ALKALI-METALLEN  | GROEP 2<br>IIA<br>ALKALIN-EARTH-METALLEN   | GROEP 3<br>IIIB  | GROEP 4<br>IVB   | GROEP 5<br>VB   | GROEP 6<br>VIB  | GROEP 7<br>VIIB   | GROEP 8<br>VIIIa   | GROEP 9<br>VIIIb  | GROEP 10<br>VIIIc   | GROEP 11<br>IB   | GROEP 12<br>IIB   | GROEP 13<br>IIIA<br>ALKALIN-METALLEN   | GROEP 14<br>IVA<br>KOOLENSTOF-GROEP   | GROEP 15<br>VA<br>STIKSTOF-GROEP  | GROEP 16<br>VIA<br>ZWAVELSTOF-GROEP  | GROEP 17<br>VIIA<br>HALOGENEN  | GROEP 18<br>0<br>EDELGASSEN  |
|-----------|---|--|--|--|---|---|---|--|---|---|--|---|--|---|---|--|--|--|
| PERIODE 1 | 1 1.008<br>Waterstof<br><b>H</b><br>1s <sup>1</sup>                                     |  |  |  |   |   |   |  |   |   |  |   |  |   |   |  |  | 2 4.003<br>Helium<br><b>He</b><br>1s <sup>2</sup>  |
| PERIODE 2 | 3 6.94<br>Lithium<br><b>Li</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup>                       | 4 9.012<br>Beryllium<br><b>Be</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup>                           |  |  |   |   |   |  |   |   |  |   | 5 10.81<br>Boor<br><b>B</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>                               | 6 12.01<br>Koolstof<br><b>C</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>                            | 7 14.01<br>Stikstof<br><b>N</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>                            | 8 16.00<br>Zwavel<br><b>S</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup> | 9 19.00<br>Fluor<br><b>F</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>                                | 10 20.18<br>Neon<br><b>Ne</b><br>1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>                             |
| PERIODE 3 | 11 22.99<br>Natrium<br><b>Na</b><br>[Ne] 3s <sup>1</sup>                                | 12 24.31<br>Magnesium<br><b>Mg</b><br>[Ne] 3s <sup>2</sup>                                     |  |  |   |   |   |  |   |   |  |   | 13 26.98<br>Aluminium<br><b>Al</b><br>[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>                                   | 14 28.09<br>Silicium<br><b>Si</b><br>[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>                                     | 15 30.97<br>Fosfor<br><b>P</b><br>[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>  | 16 32.06<br>Zwavel<br><b>S</b><br>[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>   | 17 35.45<br>Chloor<br><b>Cl</b><br>[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>  | 18 39.95<br>Argon<br><b>Ar</b><br>[Ne] 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>                                       |
| PERIODE 4 | 19 39.10<br>Kalium<br><b>K</b><br>[Ar] 4s <sup>1</sup>                                  | 20 40.08<br>Calcium<br><b>Ca</b><br>[Ar] 4s <sup>2</sup>                                       | 21 44.96<br>Scandium<br><b>Sc</b><br>[Ar] 3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>              | 22 47.87<br>Titanium<br><b>Ti</b><br>[Ar] 3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>                        | 23 50.94<br>Vanadium<br><b>V</b><br>[Ar] 3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>                    | 24 52.00<br>Chroom<br><b>Cr</b><br>[Ar] 3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>                       | 25 54.94<br>Mangaan<br><b>Mn</b><br>[Ar] 3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>                    | 26 55.85<br>IJzer<br><b>Fe</b><br>[Ar] 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>                     | 27 58.93<br>Kobalt<br><b>Co</b><br>[Ar] 3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>                       | 28 58.69<br>Nikkel<br><b>Ni</b><br>[Ar] 3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>                         | 29 63.55<br>Koper<br><b>Cu</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>                        | 30 65.38<br>Zink<br><b>Zn</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>                          | 31 69.72<br>Gallium<br><b>Ga</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>                    | 32 72.63<br>Silicium<br><b>Ge</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>                    | 33 74.92<br>Arsen<br><b>As</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>                       | 34 78.97<br>Selen<br><b>Se</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>                          | 35 79.90<br>Brom<br><b>Br</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>                         | 36 83.80<br>Krypton<br><b>Kr</b><br>[Ar] 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>                    |
| PERIODE 5 | 37 85.47<br>Rubidium<br><b>Rb</b><br>[Kr] 5s <sup>1</sup>                               | 38 87.62<br>Strontium<br><b>Sr</b><br>[Kr] 5s <sup>2</sup>                                     | 39 88.91<br>Yttrium<br><b>Y</b><br>[Kr] 4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>                | 40 91.22<br>Zirkonium<br><b>Zr</b><br>[Kr] 4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>                       | 41 92.91<br>Niobium<br><b>Nb</b><br>[Kr] 4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup>                    | 42 95.95<br>Molybdeen<br><b>Mo</b><br>[Kr] 4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>                    | 43 (97)<br>Technetium<br><b>Tc</b><br>[Kr] 4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>                  | 44 101.1<br>Ruthenium<br><b>Ru</b><br>[Kr] 4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>                 | 45 102.9<br>Rhodium<br><b>Rh</b><br>[Kr] 4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>                      | 46 106.4<br>Palladium<br><b>Pd</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup>                                     | 47 107.9<br>Zilver<br><b>Ag</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>                       | 48 112.4<br>Cadmium<br><b>Cd</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>                       | 49 114.8<br>Indium<br><b>In</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>                     | 50 118.7<br>Tin<br><b>Sn</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>                         | 51 121.8<br>Antimoon<br><b>Sb</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>                    | 52 127.6<br>Telluur<br><b>Te</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>                        | 53 126.9<br>Jood<br><b>I</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>                          | 54 131.3<br>Xenon<br><b>Xe</b><br>[Kr] 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>                      |
| PERIODE 6 | 55 132.9<br>Caesium<br><b>Cs</b><br>[Xe] 6s <sup>1</sup>                                | 56 137.3<br>Barium<br><b>Ba</b><br>[Xe] 6s <sup>2</sup>  | 57 138.9<br>Lanthaan<br><b>La</b><br>[Xe] 5f <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>              | 58 175.5<br>Hafnium<br><b>Hf</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>        | 59 180.9<br>Tantalum<br><b>Ta</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>  | 60 183.8<br>Wolfram<br><b>W</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>      | 61 186.2<br>Rhenium<br><b>Re</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s <sup>1</sup>   | 62 190.2<br>Osmium<br><b>Os</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>   | 63 192.2<br>Iridium<br><b>Ir</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>     | 64 195.1<br>Platina<br><b>Pt</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup>       | 65 197.0<br>Goud<br><b>Au</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>        | 66 200.6<br>Kwik<br><b>Hg</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>         | 67 204.4<br>Thallium<br><b>Tl</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>  | 68 207.2<br>Lood<br><b>Pb</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>       | 69 209.0<br>Bismut<br><b>Bi</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>     | 70 208.9<br>Polonium<br><b>Po</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>4</sup>      | 71 209<br>Aastaal<br><b>At</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>5</sup>       | 72 (223)<br>Radon<br><b>Rn</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup>     |
| PERIODE 7 | 87 (223)<br>Francium<br><b>Fr</b><br>[Rn] 7s <sup>1</sup>                               | 88 (226)<br>Radium<br><b>Ra</b><br>[Rn] 7s <sup>2</sup>  | 89 (227)<br>Actinium<br><b>Ac</b><br>[Rn] 6f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>              | 104 (267)<br>Rutherfordium<br><b>Rf</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> | 105 (268)<br>Dubnium<br><b>Db</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup>  | 106 (269)<br>Seaborgium<br><b>Sg</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup> | 107 (270)<br>Bohrium<br><b>Bh</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>5</sup> 7s <sup>2</sup>  | 108 (269)<br>Hassium<br><b>Hs</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup> | 109 (277)<br>Meitnerium<br><b>Mt</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup> | 110 (281)<br>Darmstadtium<br><b>Ds</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>8</sup> 7s <sup>2</sup> | 111 (282)<br>Roentgenium<br><b>Rg</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>9</sup> 7s <sup>2</sup> | 112 (285)<br>Copernicium<br><b>Cn</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> | 113 (286)<br>Nihonium<br><b>Nh</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 7p <sup>1</sup> | 114 (290)<br>Flerovium<br><b>Fl</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 7p <sup>2</sup> | 115 (290)<br>Moscovium<br><b>Mc</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 7p <sup>3</sup> | 116 (293)<br>Livermorium<br><b>Lv</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 7p <sup>4</sup>  | 117 (294)<br>Tennessine<br><b>Ts</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 7p <sup>5</sup> | 118 (294)<br>Oganeson<br><b>Og</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> 7p <sup>6</sup> |
|           | 58 140.1<br>Cerium<br><b>Ce</b><br>[Xe] 4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> | 59 140.9<br>Praseodymium<br><b>Pr</b><br>[Xe] 4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>                  | 60 144.2<br>Neodymium<br><b>Nd</b><br>[Xe] 4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>             | 61 (145)<br>Promethium<br><b>Pm</b><br>[Xe] 4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>                      | 62 150.4<br>Samarium<br><b>Sm</b><br>[Xe] 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>                   | 63 152.0<br>Europium<br><b>Eu</b><br>[Xe] 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>                     | 64 157.3<br>Gadolinium<br><b>Gd</b><br>[Xe] 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> | 65 158.9<br>Terbium<br><b>Tb</b><br>[Xe] 4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>                   | 66 162.5<br>Dysprosium<br><b>Dy</b><br>[Xe] 4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>                  | 67 164.9<br>Holmium<br><b>Ho</b><br>[Xe] 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>                       | 68 167.3<br>Erbium<br><b>Er</b><br>[Xe] 4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>                       | 69 168.9<br>Thulium<br><b>Tm</b><br>[Xe] 4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup>                       | 70 173.0<br>Ytterbium<br><b>Yb</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>                                  | 71 175.0<br>Lutetium<br><b>Lu</b><br>[Xe] 4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>                    |   |  |  |  |
|           | 90 232.0<br>Thorium<br><b>Th</b><br>[Rn] 6f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>               | 91 231.0<br>Protactinium<br><b>Pa</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> | 92 238.0<br>Uraan<br><b>U</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup> | 93 (237)<br>Neptunium<br><b>Np</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>4</sup> 7s <sup>2</sup>      | 94 (244)<br>Plutonium<br><b>Pu</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup> | 95 (243)<br>Americium<br><b>Am</b><br>[Rn] 5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>                    | 96 (247)<br>Curium<br><b>Cm</b><br>[Rn] 5f <sup>10</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>    | 97 (247)<br>Berkelium<br><b>Bk</b><br>[Rn] 5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup>                | 98 (251)<br>Californium<br><b>Cf</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>                 | 99 (252)<br>Einsteinium<br><b>Es</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>                   | 100 (257)<br>Fermium<br><b>Fm</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>                     | 101 (258)<br>Mendelevium<br><b>Md</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>                  | 102 (259)<br>Nobelium<br><b>No</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>                                  | 103 (262)<br>Lawrencium<br><b>Lr</b><br>[Rn] 5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>                 |   |  |  |  |

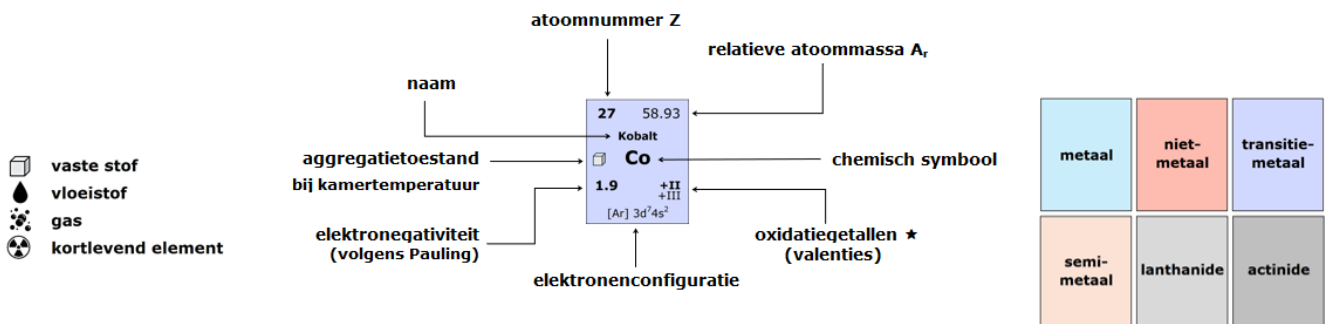
Dit praktisch periodiek systeem (PSE, tabel van Mendeljev) werd zorgvuldig samengesteld met de meest recente atomaire gegevens.

Het is bestemd voor educatieve doeleinden in het secundair en hoger onderwijs.

Alle nuttige informatie van de 118 chemische elementen worden in deze tabel vermeld, terwijl overbodige gegevens (zoals smelt- en kookpunt of elektronen per schil) niet worden vermeld.

De tabel bevat deze praktische gegevens per element:

- het chemisch symbool
- de naam van het element
- het atoomnummer
- de relatieve atoommassa
- de elektronegatieve waarde
- de oxidatiegetallen
- de elektronenconfiguratie
- het soort element
- de aggregatietoestand bij kamertemperatuur



Het **atoomnummer Z** wordt in de linker bovenhoek, in het vet, weergegeven.

De **relatieve atoommassa's  $A_r$**  worden hiernaast in gewone druk weergegeven. Deze data werden gepubliceerd in 2022 door de International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Voor het praktisch berekenen van molecuulmassa's worden de atoommassa's weergegeven met 2 cijfers na de komma of 4 beduidende cijfers.

Voor elementen waarbij alle isotopen kortlevend zijn (enkel radio-isotopen) wordt de atoommassa tussen haakjes weergegeven. Voor thorium, protactinium en uraan die wel één stabielere isotoop hebben, wordt wel een atoommassa vermeld en het symbool voor kortlevende elementen  $\text{☢}$ .

Hieronder wordt in kleinere druk de **naam** van het element en in grote druk het **chemisch symbool** weergegeven.

De **aggregatietoestand** van het zuiver element bij kamertemperatuur (vaste stof, vloeistof, gas of kortlevend element) wordt aangeduid met een symbool en bevindt zich links van het symbool.

Op de volgende regel wordt links de **elektronegativiteit** volgens Pauling aangeduid, afgerond op één cijfer na de komma.

Hiernaast worden de **oxidatiegetallen** aangeduid. De belangrijkste valenties van het element in verbindingen worden in vet weergegeven. Daaronder worden andere valenties in gewone druk weergegeven.

De verkorte **elektronenconfiguratie** volgens Bohr-Sommerfeld wordt onderaan weergegeven.

De kleur van het vakje geeft direct het **soort element** aan, tzt. metaal, niet-metaal, semi-metaal, transitie-metaal, lanthanide, actinide of edelgas.

# Achterzijde

De achterzijde van dit PSE bevat nuttige constanten bij het chemisch evenwicht. Deze gegevens worden weergegeven in overzichtelijke tabelvorm. De data werden grondig nagekeken en zijn afkomstig van referentiewerken: CRC Handbook of Chemistry and Physics | Fundamentals of Analytical Chemistry (2021), Skoog, West, Holler & Crouch | Book of Data, Revised Nuffield Advanced Science (1984)

### ZUUR - BASE EVENWICHT

| Zuur                           | base                          | $K_a$ | $pK_a$ |
|--------------------------------|-------------------------------|-------|--------|
| HCl                            | Cl <sup>-</sup>               | 631   | -11    |
| HBr                            | Br <sup>-</sup>               | 69    | -9     |
| HI                             | I <sup>-</sup>                | 87    | -7     |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | 1000  | -3     |
| H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> | HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1000  | -3     |
| HNO <sub>2</sub>               | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>  | 200   | -2,3   |
| HNO <sub>3</sub>               | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 6,3   | -1,8   |
| HCO <sub>2</sub> H             | CO <sub>2</sub>               | 40    | -1,6   |
| H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 28    | -1,4   |
| HCO <sub>2</sub> H             | CO <sub>2</sub>               | 10    | -1,0   |
| H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>  | H <sub>2</sub> O              | 1     | 0,0    |

### OPLOSBAARHEID in water bij kamertemperatuur

| Ion                          | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | OH <sup>-</sup> | Br <sup>-</sup> | I <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | SP <sup>3-</sup> | PO <sub>2</sub> <sup>3-</sup> |
|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Na <sup>+</sup>              | +                            | +               | +               | +               | +              | +                             | +                             | +                             | +                | +                             |
| K <sup>+</sup>               | +                            | +               | +               | +               | +              | +                             | +                             | +                             | +                | +                             |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | +                            | +               | +               | +               | +              | +                             | +                             | +                             | +                | +                             |
| Ag <sup>+</sup>              | ±                            | ±               | ±               | ±               | ±              | ±                             | ±                             | ±                             | ±                | ±                             |
| Hg <sup>2+</sup>             | ±                            | ±               | ±               | ±               | ±              | ±                             | ±                             | ±                             | ±                | ±                             |

### HETEROGIEEN EVENWICHT

| Zout (s)                        | Ion (aq)  | $K_s$   |
|---------------------------------|---|---------|
| KNO <sub>3</sub>                | K <sup>+</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>     | 1,1 E-2 |
| CaSO <sub>4</sub>               | Ca <sup>2+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>  | 1,2 E-2 |
| BaCO <sub>3</sub>               | Ba <sup>2+</sup> + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>  | 2,6 E-2 |
| Ag <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 2 Ag <sup>+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 1,2 E-5 |
| PbSO <sub>4</sub>               | Pb <sup>2+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>  | 1,7 E-8 |

### COMPLEXVORMING

| Kation + n Liganden                  | Complex                       | $K_f$  |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------|
| SP <sup>3+</sup> + 4 F <sup>-</sup>  | SPF <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 2,8 E1 |
| Pb <sup>2+</sup> + 2 Cl <sup>-</sup> | PbCl <sub>2</sub>             | 6,3 E1 |
| Cr <sup>3+</sup> + 4 AC <sup>-</sup> | Cr(AC) <sub>4</sub>           | 1,4 E3 |
| Cu <sup>2+</sup> + 2 AC <sup>-</sup> | Cu(AC) <sub>2</sub>           | 4,3 E3 |

### REDOX EVENWICHT

| OX                                      | RED            | $E^0$ (V) |
|---|----------------|-----------|
| (In) 2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup>  | H <sub>2</sub> | -3,04     |
| (In) H <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>    | H              | -2,93     |
| (In) Fe <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>  | Fe             | -2,11     |
| (In) Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> | Cu             | -2,87     |
| (In) Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>   | Na             | -2,71     |
| (In) Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> | Hg             | -2,37     |
| (In) Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> | Al             | -1,68     |
| (In) Mn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> | Mn             | -1,19     |
| (In) Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> | Sn             | -0,83     |

**Zuur-base evenwicht in water:**  
 $HA \rightleftharpoons A^- + H^+$  of  $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$   
 $K_{a1} = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$  of  $K_{a1} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA][H_2O]}$   
 $pK_a = -\log K_a$   
 Indicator-evenwicht in water:  
 $HIn \rightleftharpoons In^- + H^+$  of  $HIn + H_2O \rightleftharpoons In^- + H_3O^+$   
 $K_{ind} = \frac{[In^-][H^+]}{[HIn]}$  of  $K_{ind} = \frac{[In^-][H_3O^+]}{[HIn][H_2O]}$

**Indicatie van oplosbaarheid:**  
 + goed oplosbaar (> 10 g/L)    ± redelijk oplosbaar (1 - 10 g/L)    - weinig oplosbaar (< 1 g/L)  
 ☒ oplosbaar    ☒ niet oplosbaar

**Zuur-base indicatoren:**  
 Naam    zuur    base    kleur    pH omslaggebied    'vaste' kleur

|                  |          |           |             |           |           |
|------------------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Thymolblauw      | water    | rood      | 1,2 - 2,8   | geel      | geel      |
| Methylenblauw    | water    | rood      | 3,1 - 4,4   | wit/blauw | blauw     |
| Bromothymolblauw | water    | geel      | 3,0 - 4,8   | blauw     | blauw     |
| Methylrood       | water    | rood      | 4,4 - 6,2   | geel      | geel      |
| Alaunrood        | water    | rood      | 5,0 - 6,0   | blauw     | blauw     |
| Bromofenylrood   | 70% EtOH | geel      | 6,0 - 7,6   | blauw     | blauw     |
| Neutraalrood     | 70% EtOH | rood      | 6,8 - 8,0   | geel      | geel      |
| Thymolrood       | water    | geel      | 8,0 - 9,8   | blauw     | blauw     |
| Resorufine       | 70% EtOH | kleurloos | 8,0 - 10,0  | rood/lel  | rood/lel  |
| Alaunrood R      | water    | geel      | 10,0 - 12,0 | lichtroze | lichtroze |

**EDTA-complexen:**  
 Ag<sup>+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Ag(EDTA)<sup>3-</sup>     $K_f = 2,1 E7$   
 Ca<sup>2+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Ca(EDTA)<sup>2-</sup>     $K_f = 2,0 E16$   
 Ni<sup>2+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Ni(EDTA)<sup>2-</sup>     $K_f = 2,9 E16$   
 Zn<sup>2+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Zn(EDTA)<sup>2-</sup>     $K_f = 3,2 E16$   
 Pb<sup>2+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Pb(EDTA)<sup>2-</sup>     $K_f = 1,5 E18$   
 Cu<sup>2+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Cu(EDTA)<sup>2-</sup>     $K_f = 6,6 E18$   
 Mn<sup>2+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Mn(EDTA)<sup>2-</sup>     $K_f = 6,2 E18$   
 Fe<sup>2+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Fe(EDTA)<sup>2-</sup>     $K_f = 2,1 E14$   
 Al<sup>3+</sup> + EDTA<sup>4-</sup> ⇌ Al(EDTA)<sup>-</sup>     $K_f = 1,3 E25$

**K<sub>f</sub> stabiliteits- of vormingsconstante (K<sub>f</sub>) bij 25°C:**  
 alle K<sub>f</sub>-waarden uit Fundamentals of Analytical Chemistry, Skoog, West, Holler & Crouch (2021) behalve \* : Book of Data, Revised Nuffield Advanced Science (1984)

**heterogeen evenwicht: M<sub>n</sub>A<sub>n</sub> (s) ⇌ n M<sup>m+</sup>(aq) + n A<sup>n-</sup>(aq)**  
 K<sub>s</sub> = [M<sup>m+</sup>]<sup>n</sup> [A<sup>n-</sup>]<sup>n</sup> = oplosbaarheidsproduct  
 alle K<sub>s</sub>-waarden uit CRC Handbook of Chemistry and Physics (2022) \* : Book of Data, Revised Nuffield Advanced Science (1984)

**halfreacties:**  
 halfreactie in jouw midden    halfreactie in basisch midden

**E<sup>0</sup>: standaard redoxpotential van een halfreactie**  
 E<sup>0</sup>-waarden uit CRC Handbook of Chemistry and Physics (2022) \* : Book of Data, Revised Nuffield Advanced Science (1984)

- De volgende gegevens werden berekend en opgenomen (van links naar rechts):
- Zuur-base evenwicht ( $K_a$  en  $pK_a$ -waarden van anorganische en enkele organische zuren en basen)
  - Kwalitatieve oplosbaarheidstabel van zouten (nitraten, acetaten, chloriden, bromiden, jodiden, sulfaten, carbonaten, oxiden, sulfiden en fosfaten) en hydroxiden in water bij kamertemperatuur. Kleurcodes en symbolen geven aan of deze ionverbindingen goed, redelijk of weinig oplosbaar zijn.
  - Omslaggebied en 'zure' en 'basische' kleur van belangrijke zuur-base indicatoren
  - Heterogeen evenwicht: oplosbaarheidsproducten,  $K_s$  van anorganische zouten en oxalaten
  - Complexatie-evenwicht: evenwichtsvergelijkingen en stabiliteitsconstanten  $K_{st}$  van complexen.
  - Stabiliteitsconstanten van EDTA-complexen
  - Redoxevenwicht: halfreacties, geschreven als een reductie (met redoxkoppel OX/RED) met bijhorende standaard redoxpotentialen  $E^0$



© 2024, Cobalt blue coating info@cobaltbluecoating.be | www.cobaltbluecoating.be



Voor het gebruiksgemak werden de gegevens met kleurcodes en symbolen voorzien, bijvoorbeeld halfreacties in zuur midden aangeduid met Z en rood ingekleurd, halfreacties in basisch midden aangeduid met B en blauw ingekleurd.

Een organische verbinding of een halfreactie wordt in de tabellen aangeduid met het teken ●.

## Waarom dit PSE gebruiken?

Ik ondervond als leerkracht en tutor chemie dat de periodieke systemen die in omloop zijn in het onderwijs niet steeds overeenstemmen met de theorie die gegeven wordt in de chemieles. Dit kan voor leerlingen en studenten heel verwarrend zijn en veroorzaakt voor velen onder hen misvattingen.

Bij het samenstellen van dit periodiek systeem werd daarom rekening gehouden met didactische principes en de ervaring die ik heb opgedaan over misvattingen van leerlingen en studenten.

Zo wordt bij de **zuurdissociatieconstanten** zowel de  $pK_A$  als de  $K_A$  weergegeven (aangezien deze gegevens ook bruikbaar moeten zijn zonder voorkennis van logaritmische functies). De  $K_A$  waarde werd berekend en afgerond vanaf de literatuurgegevens over de  $pK_A$ .

In elektrochemie wordt de normpotentialiaal of **standaard redoxpotentialiaal** gebruikt. Dit is de waarde in Volt die hoort bij een reductiehalfreactie. In dit PSE worden alle halfreacties dan ook weergegeven als reducties, terwijl in sommige PSE de halfreacties geschreven worden als oxidaties, terwijl de bijhorende waarde die voor de reductie is.

De **oplosbaarheidsprodukten** geven weer hoe moeilijk een neerslag oplost en zijn de vertaling van het heterogeen evenwicht tussen het onoplosbaar zout en zijn opgeloste ionen.

De **vormingsconstanten** van de complexen geven weer hoe gemakkelijk een complex wordt gevormd. Complexen zijn over het algemeen zeer stabiel en de vormings- of stabiliteitsconstanten nemen hoge waarden aan. In sommige PSE's wordt de complex- of dissociatieconstante weergegeven.

## Extra inlichtingen of bestellingen:

0470/61 23 07 of [info@cobaltbluecoaching.be](mailto:info@cobaltbluecoaching.be)

De mogelijkheid bestaat om kleine aanpassingen te laten aanbrengen.