



§ 2.1 Periodiek systeem

Je leert:

- hoe je de bouw van een atoom kunt beschrijven;
- wat isotopen zijn;
- de elektronenverdeling uit het periodiek systeem afleiden.

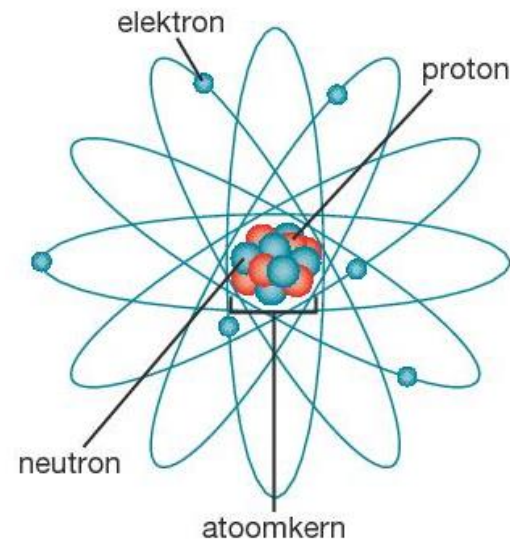
§ 2.1 Periodiek systeem

Atoommodel volgens Rutherford (1911)

Een **atoom** bestaat uit een **positief geladen atoomkern**.

Atoomkern bestaat uit positief geladen deeltjes, **protonen (p)** en neutrale deeltjes, **neutronen (n)**.

Op grote afstand bewegen zich negatief geladen deeltjes, **elektronen (e⁻)** in een wolk rond de kern.



Een model van het koolstofatoom volgens het atoommodel van Rutherford

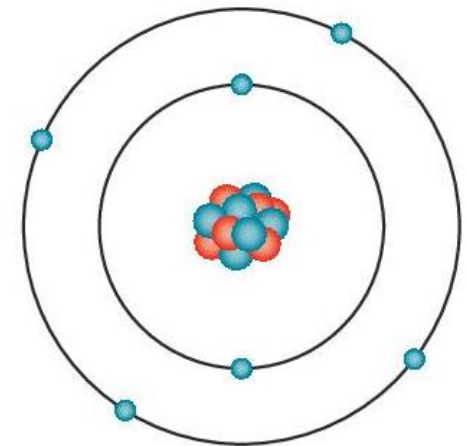
§ 2.1 Periodiek systeem

Atoommodel volgens Bohr is een verfijning van Rutherford

De veronderstelling van een elektronenwolk werd door hem vervangen door een uitbeelding waarbij de **elektronen** zich bevinden in denkbeeldige **elektronenschillen** op bepaalde afstanden van de kern.

De elektronenschillen worden, gerekend vanaf de kern, aangeduid als: K-, L-, M-schil, enz.

Men spreekt ook wel van de eerste, tweede, derde enz. en geeft dit aan met $n = 1$ (K-schil), $n = 2$ (L-schil), enz.



Een modeltekening van het koolstofatoom volgens het atoommodel van Bohr

De verdeling van de elektronen van het atoom over de elektronenschillen wordt de elektronenconfiguratie genoemd.

| schil | K | L | M | N | O | P | Q |
|--------------------|---|---|----|----|----|----|----|
| nummer (n) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| maximale verdeling | 2 | 8 | 18 | 32 | 32 | 32 | 32 |

Verdeling van elektronen volgens Bohr



§ 2.1 Periodiek systeem

“Weetje”

Het maximale aantal elektronen in de n de schil blijkt $2 n^2$ te bedragen.

Maar in de tabel zie je dat er kennelijk maximaal 32 elektronen in een schil gaan, want volgens $2 n^2$ zouden er in de O-schil al 50 elektronen passen. Dit aantal wordt dus nooit bereikt. Voor de schillen tot en met de N-schil klopt het regeltje wel ($2 \times 4^2 = 32$)

| schil | K | L | M | N | O | P | Q |
|--------------------|---|---|----|----|----|----|----|
| nummer (n) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| maximale verdeling | 2 | 8 | 18 | 32 | 32 | 32 | 32 |

Verdeling van elektronen volgens Bohr

Niet alle schillen worden volledig gevuld gelet op het maximale aantal e^- dat een schil kan bevatten ($2 n^2$).



§ 2.1 Periodiek systeem

Atoomnummer en massagetal

Atoomnummer = aantal **protonen** in de kern van een atoomsoort

Massagetal = de **som** van het aantal **protonen** en **neutronen** in de kern

De **lading** van een **proton** en een **elektron** is respectievelijk $+1,6 \cdot 10^{-19}$ C en $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C (BINAS tabel 7; **elementair ladingsquantum e**).

Dit quantum duiden we aan als 1, dan heeft een proton een lading van +1 en een elektron een lading van -1.

| | lading (C) | lading e | plaats | aantal |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|---------------|------------------------|
| proton | $+1,6 \cdot 10^{-19}$ | +1 | kern | gelijk aan atoomnummer |
| neutron | 0 | 0 | kern | kan verschillen |
| elektron | $-1,6 \cdot 10^{-19}$ | -1 | rond de kern | gelijk aan atoomnummer |

Lading van protonen, neutronen en elektronen

Neutronen zorgen voor het bijhouden van de protonen in de kern.



§ 2.1 Periodiek systeem

Isotopen

Alle atomen van één bepaald element hebben hetzelfde aantal protonen in de kern en een even groot aantal elektronen in hun schillen; het **aantal neutronen kan verschillen**. Dit verschijnsel heet **isotopie**

Van het element chloor (17 p) zijn twee isotopen bekend namelijk chlooratomen met 18 en 20 neutronen (BINAS tabel 25).

Notatie van isotopen

${}^{p+n}_p\text{E}$ of E-(p+n) (E = element)

Voorbeeld: ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ en ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ en ook Cl-37 en Cl-35

§ 2.1 Periodiek systeem

aardalkalimetalen

alkalimetalen edelgassen

halogenen

| periode | groep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
|---------|-------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | | 1,008 1 1 H waterstof | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,003 2 2 He helium |
| 2 | | 6,941 3 2,1 Li lithium | 9,012 4 2,2 Be beryllium | | | | | | | | | | | 10,81 5 2,3 B boor | 12,01 6 2,4 C koolstof | 14,01 7 2,5 N stikstof | 16,00 8 2,6 O zuurstof | 19,00 9 2,7 F fluor | 20,18 10 2,8 Ne neon | |
| 3 | | 22,99 11 2,8,1 Na natrium | 24,31 12 2,8,2 Mg magnesium | | | | | | | | | | | 26,98 13 2,8,3 Al aluminium | 28,09 14 2,8,4 Si silicium | 30,97 15 2,8,5 P fosfor | 32,06 16 2,8,6 S zwavel | 35,45 17 2,8,7 Cl chlor | 39,95 18 2,8,8 Ar argon | |
| 4 | | 39,10 19 2,8,8,1 K kalium | 40,08 20 8,2 Ca calcium | 44,96 21 9,2 Sc scandium | 47,87 22 10,2 Ti titaan | 50,94 23 11,2 V vanadium | 52,00 24 13,1 Cr chrom | 54,94 25 13,2 Mn mangaan | 55,85 26 14,2 Fe ijzer | 58,93 27 15,2 Co kobalt | 58,69 28 16,2 Ni nikkel | 63,55 29 18,1 Cu koper | 65,38 30 18,2 Zn zink | 69,72 31 18,3 Ga galium | 72,64 32 18,4 Ge germanium | 74,92 33 18,5 As arsen | 78,96 34 18,6 Se selen | 79,90 35 18,7 Br broom | 83,80 36 18,8 Kr krypton | |
| 5 | | 85,47 37 2,8,18,8,1 Rb rubidium | 87,62 38 8,2 Sr strontium | 88,91 39 9,2 Y yttrium | 91,22 40 10,2 Zr zirkonium | 92,91 41 12,1 Nb niobium | 95,94 42 13,1 Mo molybdeen | (98) 43 13,2 Tc technetium | 101,1 44 15,1 Ru ruthenium | 102,9 45 16,1 Rh rhodium | 106,4 46 18 Pd palladium | 107,9 47 18,1 Ag zilver | 112,4 48 18,2 Cd cadmium | 114,8 49 18,3 In indium | 118,7 50 18,4 Sn tin | 121,8 51 18,5 Sb antimoon | 127,6 52 18,6 Te telluur | 126,9 53 18,7 I jood | 131,3 54 18,8 Xe xenon | |
| 6 | | 132,9 55 2,8,18,18,8,1 Cs cesium | 137,3 56 18,8,2 Ba barium | 138,9 57 18,9,2 La lanthaan | 178,5 72 32,10,2 Hf hafnium | 180,9 73 32,11,2 Ta tantal | 183,8 74 32,12,2 W wolfram | 186,2 75 32,13,2 Re renium | 190,2 76 32,14,2 Os osmium | 192,2 77 32,15,2 Ir iridium | 195,1 78 32,17,1 Pt platina | 197,0 79 32,18,1 Au goud | 200,6 80 32,18,2 Hg kwik | 204,4 81 32,18,3 Tl thallium | 207,2 82 32,18,4 Pb lood | 209,0 83 32,18,5 Bi bismut | (209) 84 32,18,6 Po polonium | (210) 85 32,18,7 At astaa | (222) 86 32,18,8 Rn radon | |
| 7 | | (223) 87 2,8,18,32,18,8,1 Fr francium | (226) 88 18,8,2 Ra radium | (227) 89 18,9,2 Ac actinium | (267) 104 32,10,2 Rf rutherfordium | (268) 105 32,11,2 Db dubnium | (269) 106 32,12,2 Sg seaborgium | (270) 107 32,13,2 Bh bohrium | (269) 108 32,14,2 Hs hassium | (278) 109 32,15,2 Mt meitnerium | (281) 110 32,17,1 Ds darmstadtium | (281) 111 32,18,1 Rg roentgenium | (285) 112 32,18,2 Cn copernicium | (286) 113 32,18,3 Uut ununtrium | (286) 114 32,18,4 Fl flerovium | (289) 115 32,18,5 Uup ununpentium | (289) 116 32,18,6 Lv livermorium | (293) 117 32,18,7 Uus ununseptium | (294) 118 32,18,8 Uuo ununoctium | |
| 1 | lanthaniden | 140,1 58 2,8,18,19,9,2 Ce cerium | 140,9 59 21,8,2 Pr praseodymium | 144,2 60 22,8,2 Nd neodymium | (145) 61 23,8,2 Pm promethium | 150,4 62 24,8,2 Sm samarium | 152,0 63 25,8,2 Eu europium | 157,3 64 25,9,2 Gd gadolinium | 158,9 65 27,8,2 Tb terbium | 162,5 66 28,2 Dy dysprosium | 164,9 67 29,8,2 Ho holmium | 167,3 68 30,8,2 Er erbio | 168,9 69 31,8,2 Tm thulium | 173,0 70 32,8,2 Yb ytterbium | 175,0 71 32,9,2 Lu lutetium | | | | | |
| 2 | actiniden | 232,0 90 2,8,18,32,18,10,2 Th thorium | (231) 91 20,9,2 Pa protactinium | 238,0 92 21,9,2 U uraan | (237) 93 22,9,2 Np neptunium | (244) 94 24,8,2 Pu plutonium | (243) 95 25,8,2 Am americium | (247) 96 25,9,2 Cm curium | (247) 97 27,8,2 Bk berkelium | (251) 98 28,8,2 Cf californium | (252) 99 29,8,2 Es einsteinium | (258) 100 30,8,2 Fm fermium | (257) 101 31,8,2 Md mendelevium | (259) 102 32,8,2 No nobelium | (262) 103 32,9,2 Lr lawrencium | | | | | |

relatieve atoommassa oxidatie getallen

atoomnummer Symbol

naam

elektronenconfiguratie

- metaal
- metalloïde
- niet-metaal

■ De relatieve atoommassa's zijn afgerond.
■ Isotopen: zie tabel 25.
■ Gegevens elementen: zie tabel 40.



§ 2.1 Periodiek systeem

| periode | groep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------|-------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1 | | 1,008 ⁺¹ ₋₁ 1 H waterstof | | | | | | | |
| 2 | | 6,941 ⁺¹ 3 Li lithium 2,1 | 9,012 ⁺² 4 Be beryllium 2,2 | | | | | | |
| 3 | | 22,99 ⁺¹ 11 Na natrium 2,8,1 | 24,31 ⁺² 12 Mg magnesium 2,8,2 | | | | | | |
| 4 | | 39,10 ⁺¹ 19 K kalium 2,8,8,1 | 40,08 ⁺² 20 Ca calcium 8,2 | 44,96 ⁺³ 21 Sc scandium 9,2 | 47,87 ⁺² 22 Ti titaan 10,2 | 50,94 ⁺² 23 V vanadium 11,2 | 52,00 ⁺² 24 Cr chrom 13,1 | 54,94 ⁺² 25 Mn mangaan 13,2 | 55,85 ⁺² 26 Fe ijzer 14,2 |
| 5 | | 85,47 ⁺¹ 37 Rb rubidium 2,8,18,8,1 | 87,62 ⁺² 38 Sr strontium 8,2 | 88,91 ⁺³ 39 Y yttrium 9,2 | 91,22 ⁺⁴ 40 Zr zirkonium 10,2 | 92,91 ⁺³ 41 Nb niobium 12,1 | 95,94 ⁺⁶ 42 Mo molybdeen 13,1 | (98) ⁺⁴ 43 Tc technetium 13,2 | 101,1 ⁺³ 44 Ru ruthenium 15,1 |
| 6 | | 132,9 ⁺¹ 55 Cs cesium 2,8,18,18,8,1 | 137,3 ⁺² 56 Ba barium 18,8,2 | 138,9 ⁺³ 57 La lanthaan 18,9,2 | 178,5 ⁺⁴ 72 Hf hafnium 32,10,2 | 180,9 ⁺⁵ 73 Ta tantaal 32,11,2 | 183,8 ⁺⁶ 74 W wolfram 32,12,2 | 186,2 ⁺⁴ 75 Re renium 32,13,2 | 190,2 ⁺³ 76 Os osmium 32,14,2 |
| 7 | | (223) ⁺¹ 87 Fr francium 2,8,18,32,18,8,1 | (226) ⁺² 88 Ra radium 18,8,2 | (227) ⁺³ 89 Ac actinium 18,9,2 | (267) ⁺⁴ 104 Rf rutherfordium 32,10,2 | (268) ⁺⁴ 105 Db dubnium 32,11,2 | (269) ⁺⁴ 106 Sg seaborgium 32,12,2 | (270) ⁺⁴ 107 Bh bohrium 32,13,2 | (269) ⁺⁴ 108 Hs hassium 32,14,2 |

| | |
|------------------------|-------------------|
| relatieve atoommassa | oxidatie getallen |
| atoomnummer | Symbol |
| | naam |
| elektronenconfiguratie | |

- metaal
- metalloïde
- niet-metaal
- De relatieve atoommassa's zijn afgerond.
- Isotopen: zie tabel 25.
- Gegevens elementen: zie tabel 40.

Welke opbouw van de elektronenconfiguraties zou je verwachten bij van K(2,8,8,1), Ca(2,8,8,2), Sc(2,8,9,2) en Cr(2,8,13,1)?

Wat valt je op bij de elektronenconfiguraties van de edelgassen?

Elementen in dezelfde groep hebben ongeveer dezelfde eigenschappen.

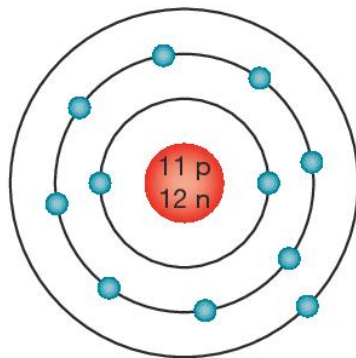
| | | | | | |
|---|-------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | lanthaniden | 140,1 ⁺³ 58 Ce cerium 2,8,18,19,9,2 | 140,9 ⁺³ 59 Pr praseodymium 21,8,2 | 144,2 ⁺³ 60 Nd neodymium 22,8,2 | (145) ⁺³ 61 Pm promethium 23,8,2 |
| 2 | actiniden | 232,0 ⁺⁴ 90 Th thorium 2,8,18,32,18,10,2 | (231) ⁺⁵ 91 Pa protactinium 20,9,2 | 238,0 ⁺³ 92 U uraan 21,9,2 | (237) ⁺³ 93 Np neptunium 22,9,2 |



§ 2.1 Periodiek systeem

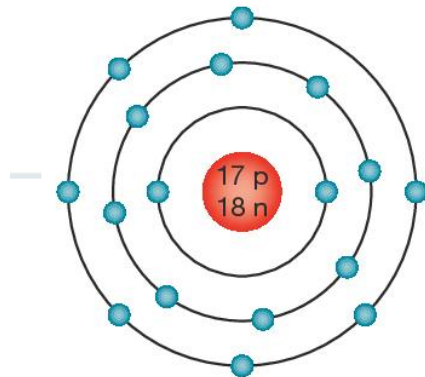
Atomen weergeven met het atoommodel van Bohr

a Teken het Na-23 atoom volgens het atoommodel van Bohr.



Natrium heeft atoomnummer 11. Dit betekent dat er 11 protonen in de kern zitten. Het massagetal is 23. Er zijn dan $23 - 11 = 12$ neutronen in de kern aanwezig. In Binas tabel 99 kun je vinden dat de elektronen als volgt over de schillen zijn verdeeld: 2,8,1.

b Teken het Cl-35 atoom volgens het atoommodel van Bohr.



Chloor heeft atoomnummer 17. Dit betekent dat er 17 protonen in de kern zitten. Het massagetal is 35. Er zijn dan $35 - 17 = 18$ neutronen in de kern aanwezig. In Binas tabel 99 kun je vinden dat de elektronen als volgt over de schillen zijn verdeeld: 2,8,7.



§ 2.1 Periodiek systeem

Je hebt geleerd:

- hoe je de bouw van een atoom kunt beschrijven;
- wat isotopen zijn;
- de elektronenverdeling uit het periodiek systeem afleiden.