



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE



WYDZIAŁ  
ODLEWNICTWA

# Chemia ogólna

Wykładowca:

dr hab. dr Urszula Lelek-Borkowska, prof. AGH  
Katedra Chemii i Korozji Metali



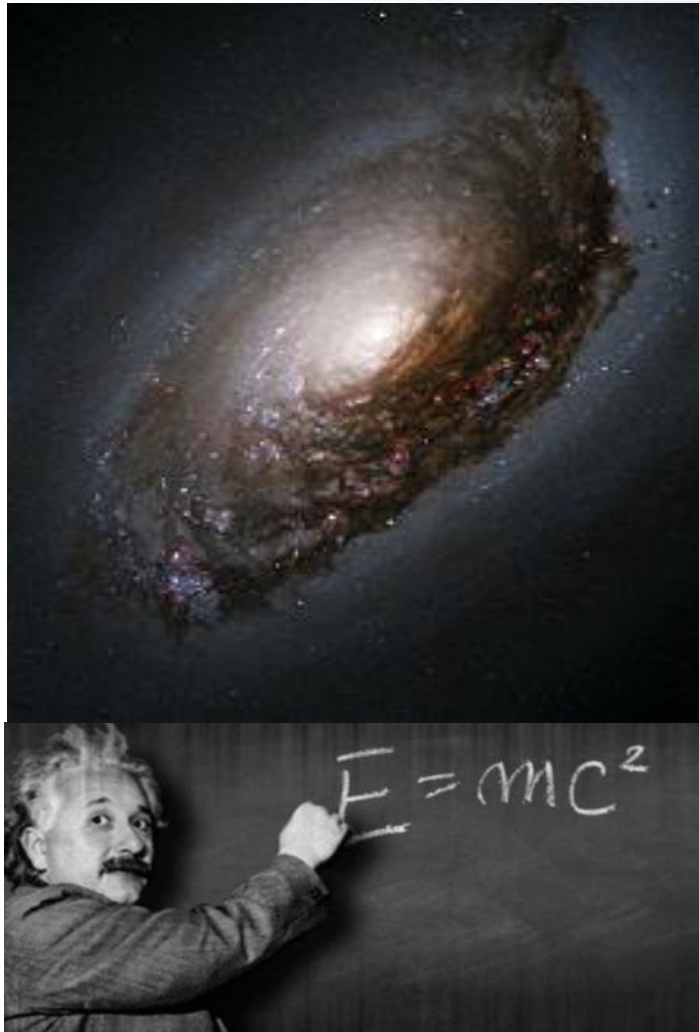
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA  
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**



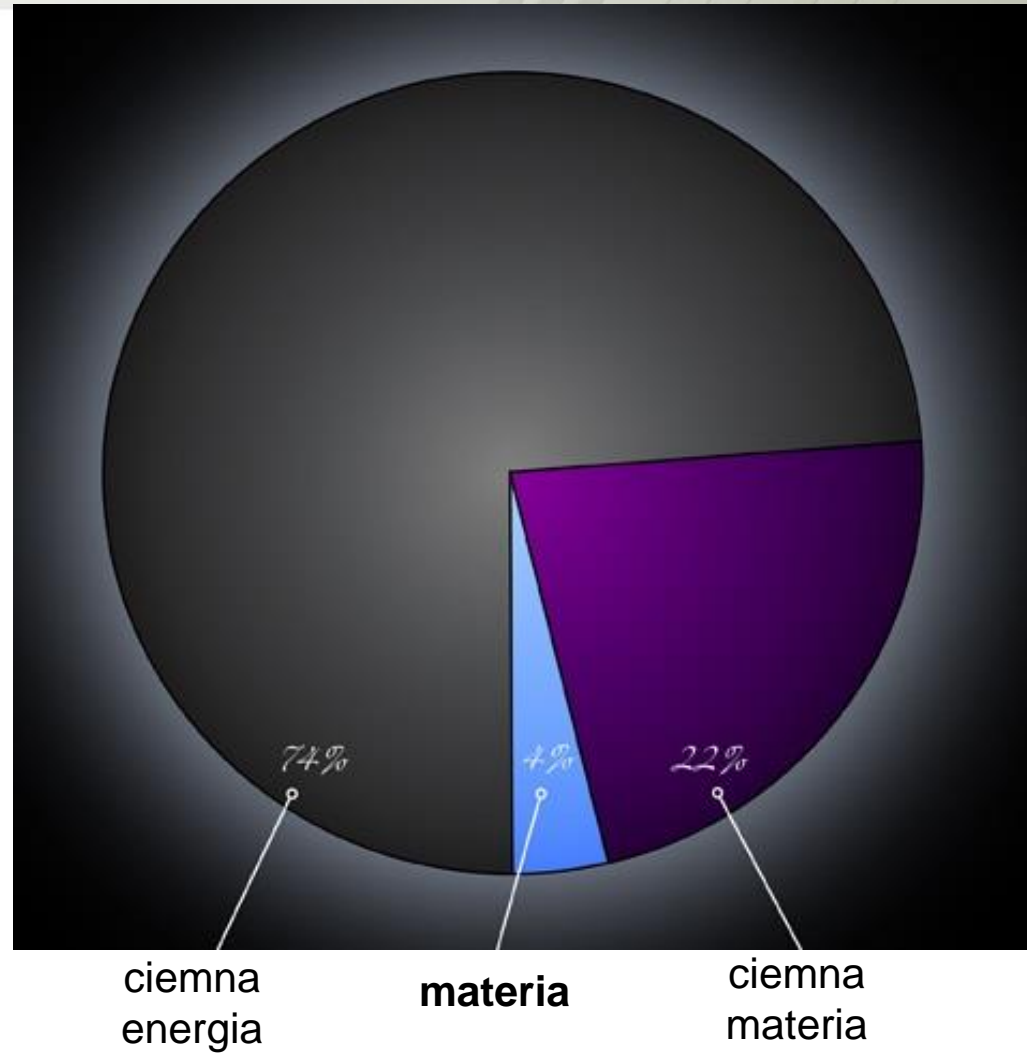
**WYDZIAŁ  
ODLEWNICTWA**

# **Budowa atomu wiązania chemiczne**

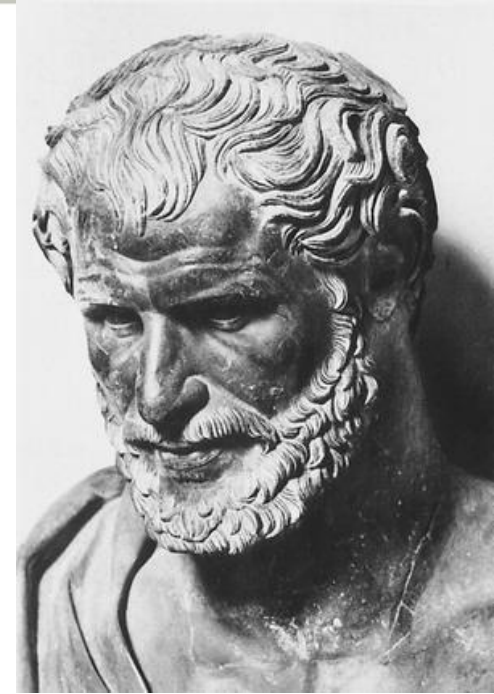
# Co to jest materia?



Albert Einstein, teoria względności (1905)



Cała przyroda składa się z drobnych, niepodzielnych cząstek nazywanych atomami.



Demokryt z Abdery  
460-360 p.n.e.

**abderyta** - mieszkaniec miasta Abdera (Tracja),  
wg. starożytnych Greków głupiec, prostak, nieuk



John Dalton  
1766 - 1844

Atom jest najmniejszym budulcem materii.

Wszystkie atomy danego pierwiastka są identyczne.

Atomy pierwiastka A różnią się od atomów pierwiastka B.

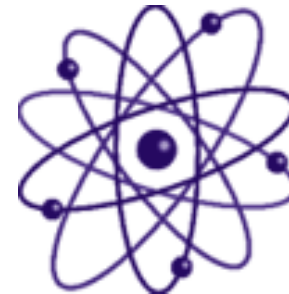
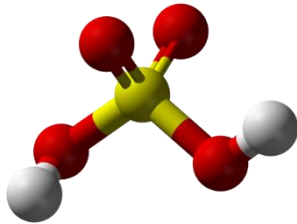
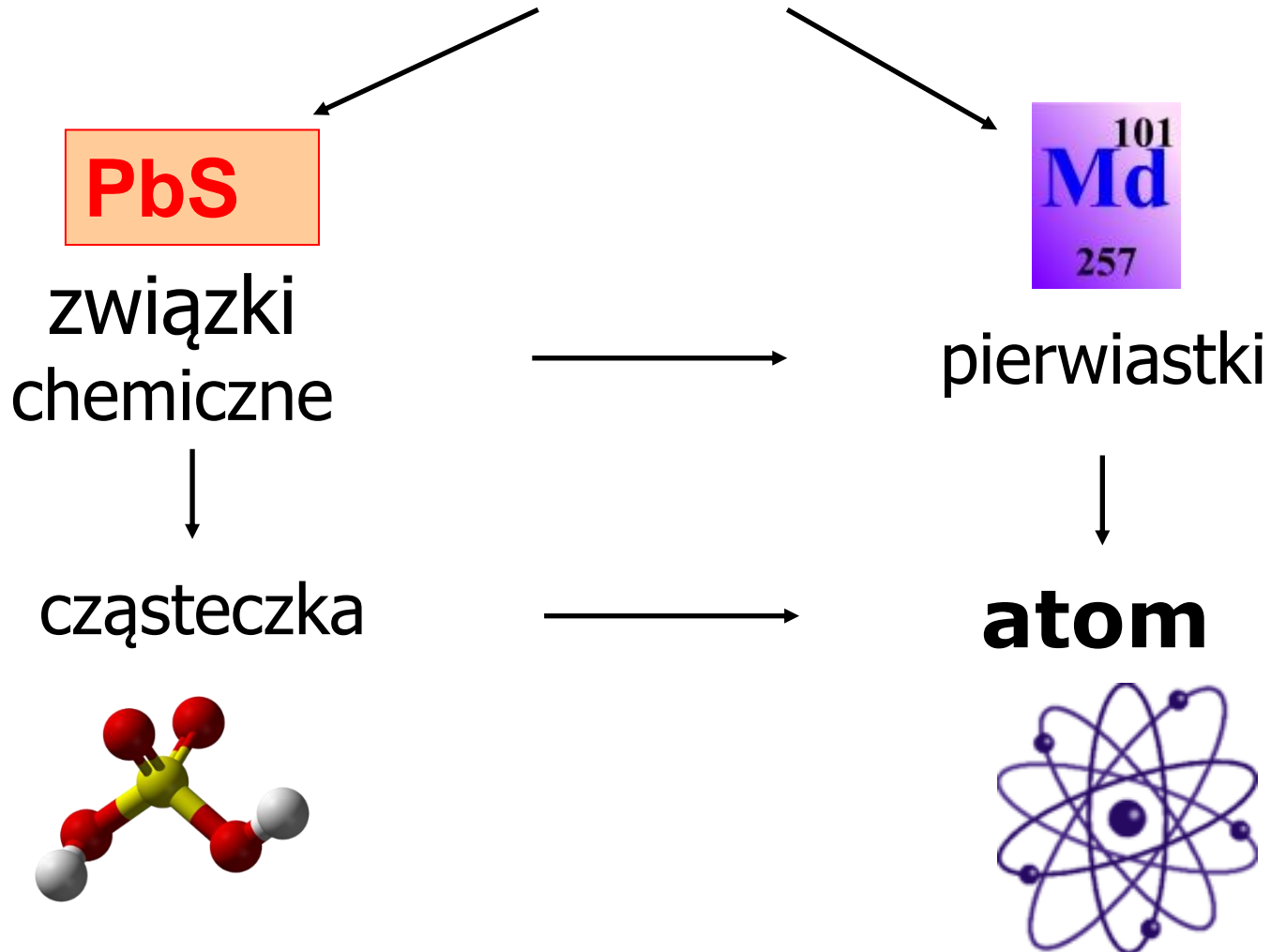
Atomy są niezmiennie i niepodzielne.

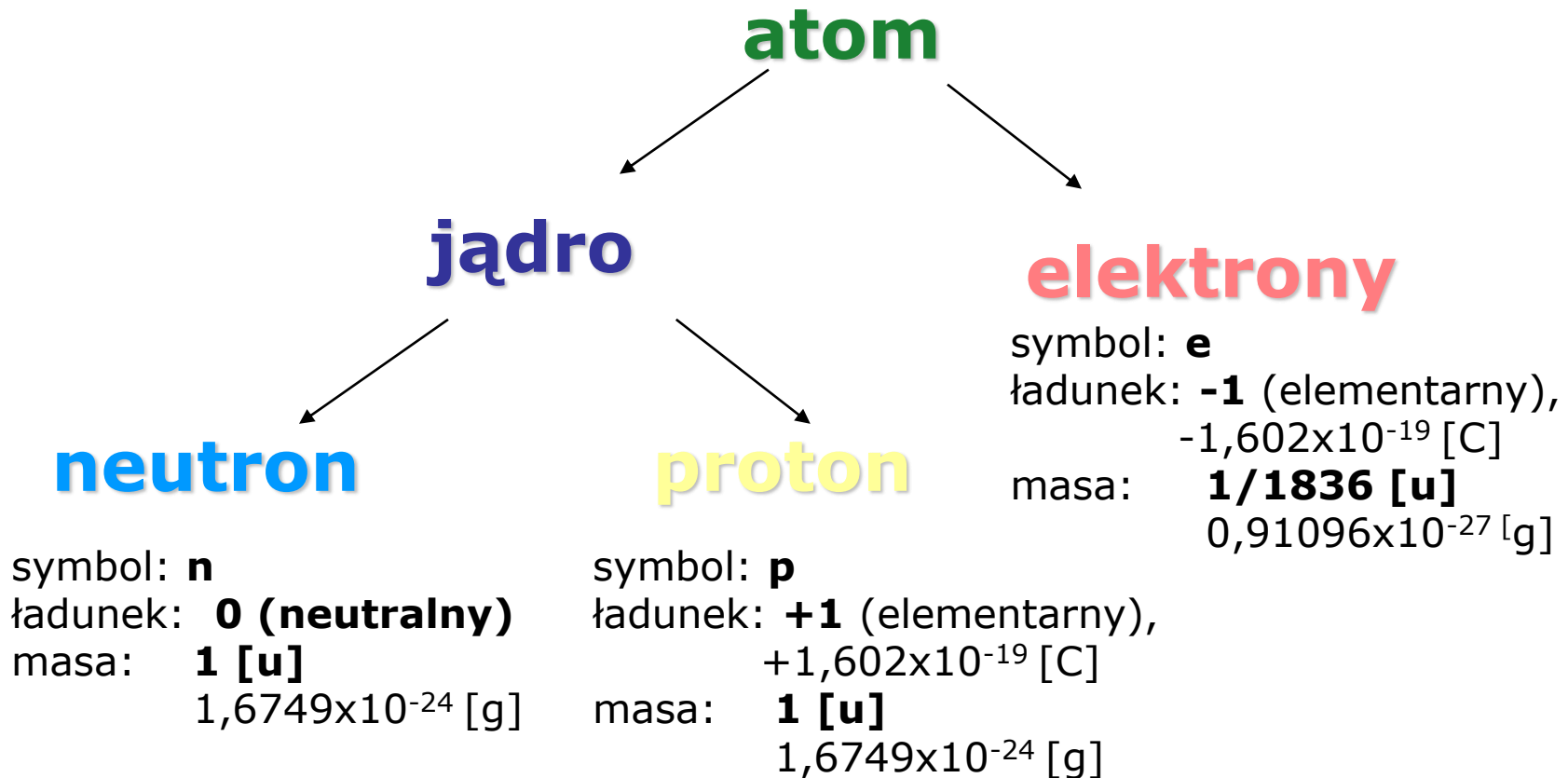
Atomy nie zmieniają się w trakcie reakcji chemicznych.

Związki chemiczne powstają przez łączenie się pierwiastków w stałych stosunkach.

Na jego cześć jednostkę masy atomowej nazwano daltonem (*Da*).

# MATERIA





1 [u] lub [Da] (jednostka masy atomowej) =  $1/12$  masy izotopu węgla  $^{12}_6\text{C}$

# Pierwiastki

liczba atomowa 26 55,85 Masa atomowa  
**Fe** symbol  
 Nazwa pierwiastka Żelazo

1 IA 1A												13 IIIA 3A		14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	18 VIIIA 8A	
1 <b>H</b> Hydrogen 1.008	2 <b>He</b> Helium 4.003											5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.011	7 <b>N</b> Nitrogen 14.007	8 <b>O</b> Oxygen 15.999	9 <b>F</b> Fluorine 18.998	10 <b>Ne</b> Neon 20.180		
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.012											11 <b>Al</b> Aluminum 26.982	12 <b>Si</b> Silicon 28.086	13 <b>P</b> Phosphorus 30.974	14 <b>S</b> Sulfur 32.066	15 <b>Cl</b> Chlorine 35.453	16 <b>Ar</b> Argon 39.948		
11 <b>Na</b> Sodium 22.990	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305	3 <b>III B</b> 3B	4 <b>IV B</b> 4B	5 <b>V B</b> 5B	6 <b>VIB</b> 6B	7 <b>VII B</b> 7B	8 <b>VIII</b> 8	9 <b>VIII</b> 8	10 <b>VIII</b> 8	11 <b>IB</b> 1B	12 <b>IIB</b> 2B	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.453	18 <b>Ar</b> Argon 39.948						
19 <b>K</b> Potassium 39.098	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.956	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.942	24 <b>Cr</b> Chromium 51.996	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933	28 <b>Ni</b> Nickel 58.693	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.38	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.631	33 <b>As</b> Arsenic 74.922	34 <b>Se</b> Selenium 78.971	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.798		
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.468	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.906	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.906	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.95	43 <b>Tc</b> Technetium 98.907	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.906	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.868	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.414	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.711	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.6	53 <b>I</b> Iodine 126.904	54 <b>Xe</b> Xenon 131.294		
55 <b>Cs</b> Cesium 132.905	56 <b>Ba</b> Barium 137.328	57-71	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.948	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.217	78 <b>Pt</b> Platinum 195.085	79 <b>Au</b> Gold 196.967	80 <b>Hg</b> Mercury 200.592	81 <b>Tl</b> Thallium 204.383	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.980	84 <b>Po</b> Polonium [208.982]	85 <b>At</b> Astatine 209.987	86 <b>Rn</b> Radon 222.018		
87 <b>Fr</b> Francium 223.020	88 <b>Ra</b> Radium 226.025	89-103	104 <b>Rf</b> Rutherfordium [261]	105 <b>Db</b> Dubnium [262]	106 <b>Sg</b> Seaborgium [266]	107 <b>Bh</b> Bohrium [264]	108 <b>Hs</b> Hassium [269]	109 <b>Mt</b> Meitnerium [278]	110 <b>Ds</b> Darmstadtium [281]	111 <b>Rg</b> Roentgenium [280]	112 <b>Cn</b> Copernicium [285]	113 <b>Nh</b> Nihonium [286]	114 <b>Fl</b> Flerovium [289]	115 <b>Mc</b> Moscovium [289]	116 <b>Lv</b> Livermorium [293]	117 <b>Ts</b> Tennessine [294]	118 <b>Og</b> Oganesson [294]		





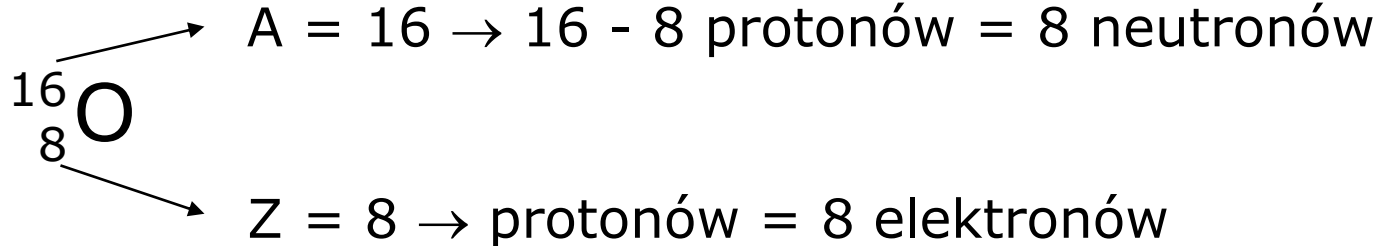
**Z – liczba atomowa** = liczba protonów w jądrze

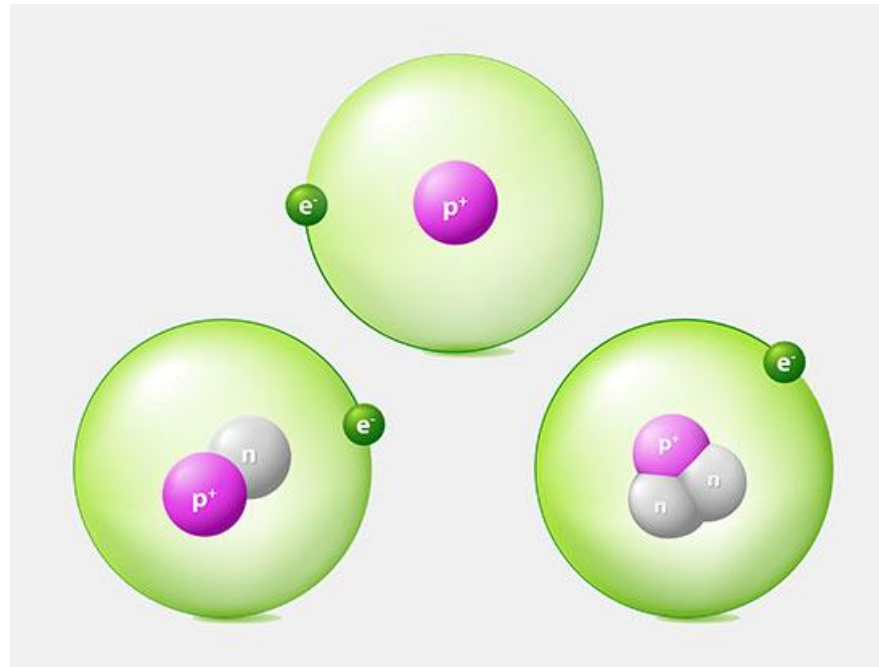
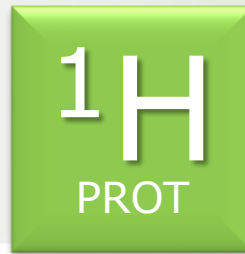
każdy atom jest elektrycznie obojętny, więc  
liczba protonów = liczbie elektronów

**A – liczba masowa** = suma protonów i neutronów w jądrze

### Przykład:

Atom tlenu zawiera:

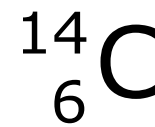
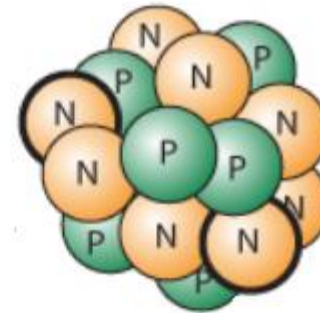
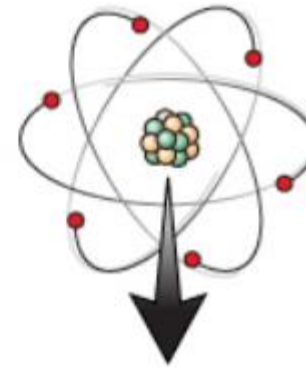
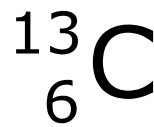
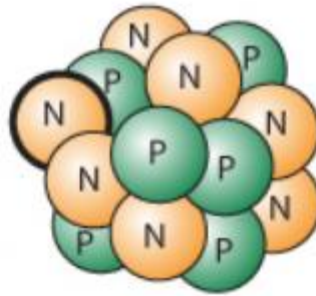
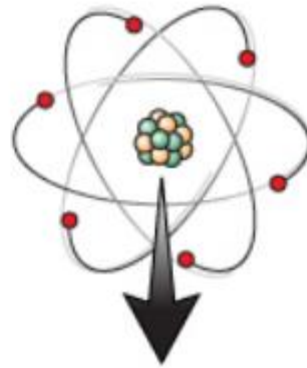
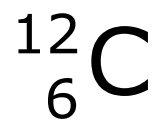
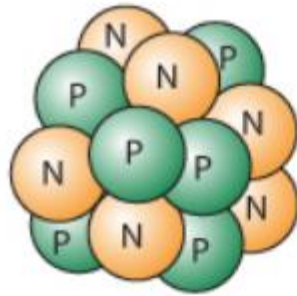
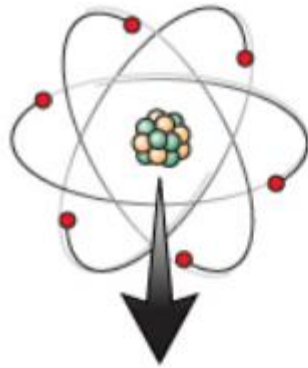




Atomy danego pierwiastka różniące się wyłącznie liczbą neutronów w jądrze nazywane są **izotopami**.

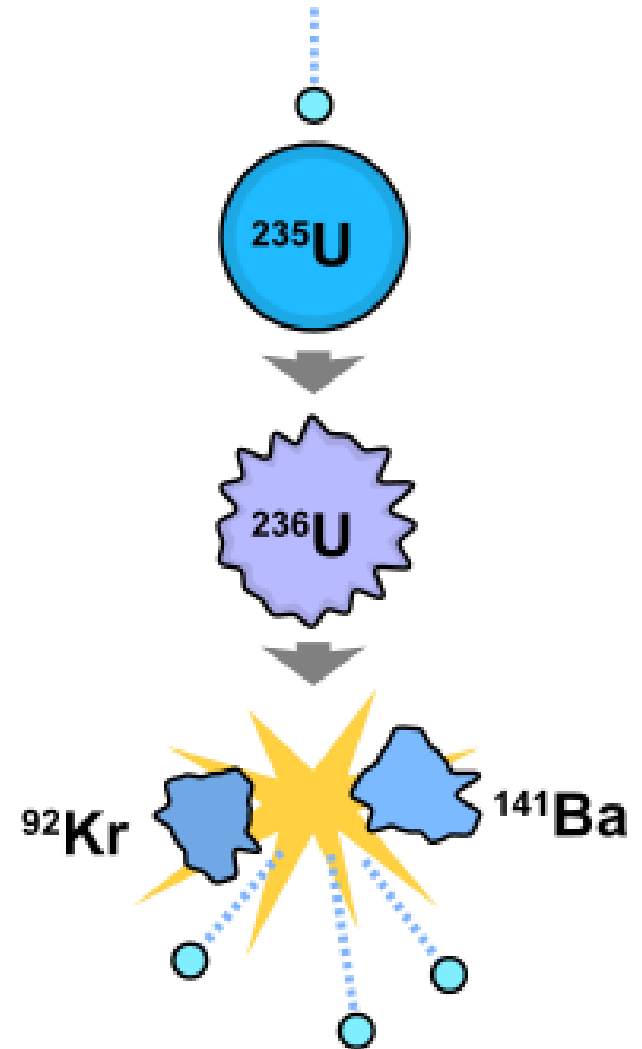
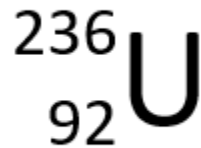
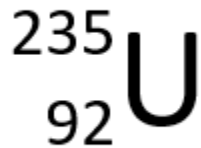
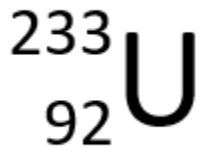
Izotopy mają takie same własności chemiczne, lecz różne właściwości fizyczne.

# Izotopy



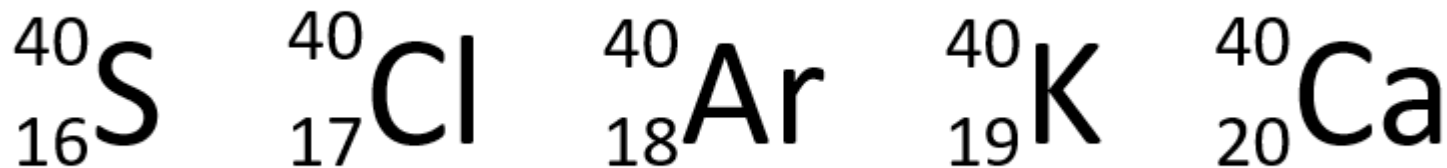
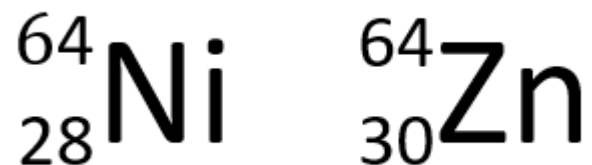
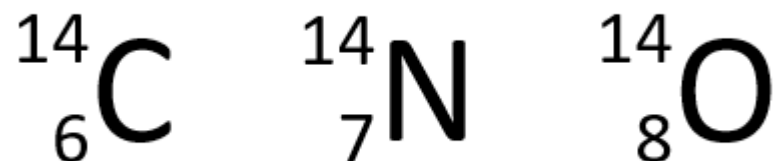
# Izotopy

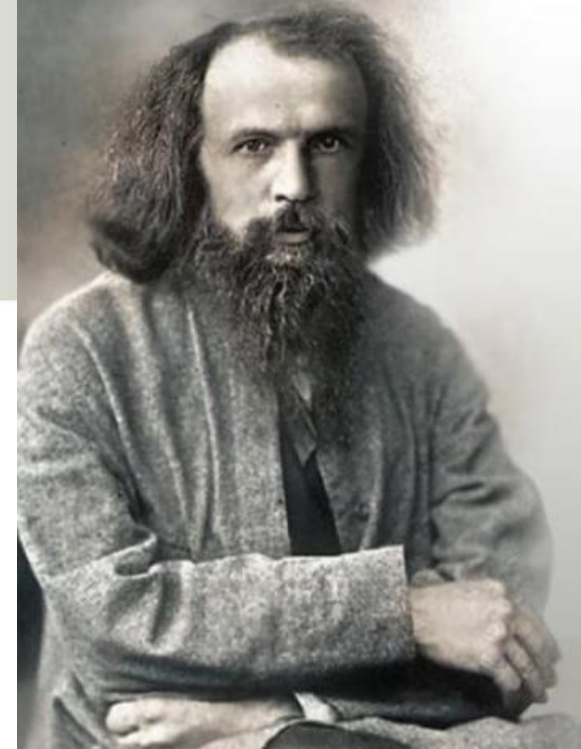
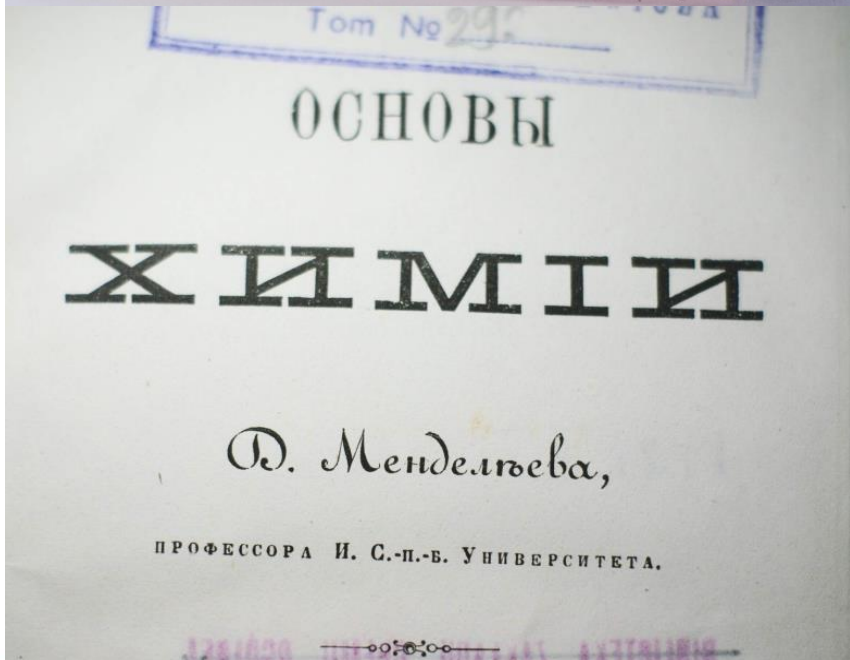
$^{13}_7\text{N}$	$^{14}_7\text{N}$	$^{15}_7\text{N}$
$^{16}_8\text{O}$	$^{17}_8\text{O}$	$^{18}_8\text{O}$



# Izobary

Atomy różnych pierwiastków o takiej samej masie atomowej





**Дмитрий Иванович  
Менделеев**

(Dmitri Ivanovich  
Mendeleev)

1834-1907



AGH

# Tablica Mendelejewa

	Группа I. Высший окисель, образующий соли: Ряд 1	Группа II. R <sup>2+</sup> или RO	Группа III. R <sup>2+</sup>	Группа IV. R <sup>2+</sup> или RO <sup>2</sup>	Группа V. R <sup>2+</sup>	Группа VI. R <sup>2+</sup> или RO <sup>2</sup>	Группа VII. R <sup>2+</sup>	Группа VIII (переходь к I). R <sup>2+</sup> или RO <sup>4</sup>			
	H=1 H <sup>2+</sup> O, NH <sub>3</sub> , HCl, H <sup>2+</sup> N, H <sup>2+</sup> C, ROH.			RH <sup>4</sup>	RH <sup>3</sup>	RH <sup>2</sup>	RH	H=1 HX			
Ряд 2	<b>Li=7</b> LiCl, LiOH, Li <sup>2+</sup> O. (Типический)	<b>Be=9,4</b> BeCl <sub>2</sub> ; BeO. Be <sup>2+</sup> Al <sup>2+</sup> Si <sup>2+</sup> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<b>B=11</b> BCl <sub>3</sub> ; B <sup>2+</sup> O; B <sup>2+</sup> N. B <sup>2+</sup> Na <sup>2+</sup> O; BF <sub>3</sub>	<b>C=12</b> CH <sub>4</sub> ; C <sup>2+</sup> H <sup>2+</sup> O; C <sup>2+</sup> F <sub>2</sub> . CO, CO <sub>2</sub> , CO <sup>2+</sup> M <sub>2</sub>	<b>N=14</b> NH <sub>3</sub> ; NH <sup>2+</sup> Cl, N <sup>2+</sup> O. NO, NO <sup>2+</sup> , N <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> M.	<b>O=16</b> OH <sup>2+</sup> O <sup>2+</sup> C, O <sup>2+</sup> O <sub>2</sub> . OM <sup>2+</sup> O <sup>2+</sup> R, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .	<b>F=19</b> FH, BF <sub>3</sub> ; SiF <sub>4</sub> . CaF <sub>2</sub> ; KF; KHF <sub>2</sub> .				
Ряд 3	<b>Na=23</b> NaCl, NaOH, Na <sup>2+</sup> O. Na <sup>2+</sup> SO <sub>4</sub> ; Na <sup>2+</sup> CO <sub>3</sub>	<b>Mg=24</b> MgCl <sub>2</sub> ; MgO; MgCO <sub>3</sub> . MgSO <sub>4</sub> ; Mg <sup>2+</sup> N <sup>2+</sup> H <sup>2+</sup> PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<b>Al=27,3</b> Al <sup>2+</sup> Cl <sub>3</sub> ; Al <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> . KAIS <sup>2+</sup> O <sup>2+</sup> I <sub>2</sub> H <sup>2+</sup> O.	<b>Si=28</b> SiH <sub>4</sub> ; SiCl <sub>4</sub> ; SiH <sup>2+</sup> F <sub>2</sub> . KAIS <sup>2+</sup> O <sup>2+</sup> SiO <sub>2</sub>	<b>P=31</b> PH <sub>3</sub> ; PCl <sub>3</sub> ; PCl <sub>5</sub> . P <sup>2+</sup> O <sub>2</sub> ; P <sup>2+</sup> O <sub>5</sub> ; Ca <sup>2+</sup> P <sup>2+</sup> O <sub>8</sub>	<b>S=32</b> SH <sub>2</sub> ; SM <sup>2+</sup> ; S <sup>2+</sup> M <sup>2+</sup> . SO <sub>2</sub> ; SO <sup>2+</sup> X <sup>2+</sup> ; Ba <sup>2+</sup> SO <sub>4</sub>	<b>Cl=35,5</b> ClH, ClM, (Cl) <sub>2</sub> . ClOH, ClO <sup>+</sup> H, AgCl <sub>2</sub>				
Ряд 4	<b>K=39</b> KCl, KOH, K <sup>2+</sup> O. KNO <sub>3</sub> ; K <sup>2+</sup> PtCl <sub>6</sub> ; K <sup>2+</sup> SIF <sub>6</sub>	<b>Ca=40</b> CaSO <sub>4</sub> ; CaOnSiO <sub>2</sub> . CaCl <sub>2</sub> ; CaO; CaCO <sub>3</sub>	744=Eb?	<b>Ti=48(50?)</b> TiCl <sub>4</sub> ; TiO <sub>2</sub> ; Ti <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> . FeTiO <sub>3</sub> ; ThOSO <sub>4</sub>	<b>V=51</b> VOCl <sub>3</sub> ; V <sup>2+</sup> O <sub>5</sub> ; VO <sub>2</sub> . Pb <sup>2+</sup> V <sup>2+</sup> O <sub>5</sub> ; VO	<b>Cr=52</b> CrCl <sub>3</sub> ; CrCl <sub>2</sub> ; Cr <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> . CrO <sub>2</sub> ; K <sup>2+</sup> CrO <sub>4</sub> ; CrO <sup>2+</sup> Cl <sub>2</sub>	<b>Mn=55</b> MnK <sup>2+</sup> O; MnK <sup>2+</sup> O <sup>+</sup> . MnCl <sub>2</sub> ; MnO; MnO <sub>2</sub>	<b>Fe=56</b> FeK <sup>2+</sup> O; FeS <sub>2</sub> . FeO; Fe <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> . FeK <sup>4+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Co=59</b> CoX <sub>2</sub> ; CoX <sup>2+</sup> . CoX <sup>2+</sup> 5NH <sup>2+</sup> . CoK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Ni=59</b> NiX <sup>2+</sup> ; NiO. NiSO <sup>2+</sup> 6H <sup>2+</sup> O. NiK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Cu=63</b> CuX <sub>2</sub> ; CuX <sup>2+</sup> ; CuH. Cu <sup>2+</sup> O; CuO. CuKCy <sup>2+</sup>
Ряд 5	<b>Cu=63</b> CuX, CuX <sup>2+</sup>	<b>Zn=65</b> ZnCl <sub>2</sub> ; ZnO; ZnCO <sub>3</sub> . ZnSO <sub>4</sub> ; ZnEt <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	76S=El?	772=Es? 711, EsO <sup>2+</sup> ?	<b>As=75</b> AsH <sub>3</sub> ; AsCl <sub>3</sub> ; As <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> . As <sup>2+</sup> O <sub>5</sub> ; As <sup>2+</sup> S <sub>5</sub>	<b>Se=78</b> SeH <sub>2</sub> ; SeO <sub>2</sub> ; SeO <sub>3</sub> . SeM <sup>2+</sup> ; SeM <sup>2+</sup> O <sup>+</sup>	<b>Br=80</b> BrH, BrM, BrO <sup>+</sup> M, BrAg				
Ряд 6	<b>Rb=85</b> RbCl, RbOH. Rb <sup>2+</sup> PtCl <sub>6</sub>	<b>Sr=87</b> SrCl <sub>2</sub> ; SrO, SrH <sup>2+</sup> O <sup>+</sup> . SrSO <sub>4</sub> ; SrCO <sub>3</sub>	<b>Yt=88?</b> ?Yt <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> ; YtX <sup>2+</sup> ?	<b>Zr=90</b> ZrCl <sub>4</sub> ; ZrO <sub>2</sub> ; ZrX <sup>2+</sup> .	<b>Nb=94</b> NbCl <sub>5</sub> ; Nb <sup>2+</sup> O <sub>5</sub> . Nb <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> ; NbOK <sup>2+</sup> F <sup>2+</sup>	<b>Mo=96</b> MoCl <sub>5</sub> ; MoS <sub>2</sub> ; MoO <sub>3</sub> . M <sup>2+</sup> MoO <sup>2+</sup> nMoO <sup>2+</sup>	100	<b>Ru=104</b> RuO <sub>4</sub> ; RuCl <sub>4</sub> . RuO <sub>2</sub> ; RuCl <sub>3</sub> . RuK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Rh=104</b> RhCl <sub>3</sub> ; RhCl <sub>4</sub> . Rh <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> ; RhX <sup>2+</sup> . RhK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Pd=106</b> PdH, PdO. PdJ <sub>2</sub> ; PdCl <sub>2</sub> . PdK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Ag=108</b> AgNO <sub>2</sub> ; AgX. AgCl; Ag <sup>2+</sup> O. AgKCy <sup>2+</sup>
Ряд 7	<b>Ag=108</b> AgX, AgCl <sub>2</sub>	<b>Cd=112</b> CdCl <sub>2</sub> ; CdO; CdS. CdSO <sub>4</sub>	<b>In=113</b> InCl <sub>3</sub> ; In <sup>2+</sup> O <sub>3</sub>	<b>Sn=118</b> SnCl <sub>4</sub> ; SnCl <sub>2</sub> ; SnO. SnX <sup>2+</sup> ; SnNa <sup>2+</sup> O <sup>+</sup>	<b>Sb=122</b> SbH <sub>3</sub> ; SbCl <sub>3</sub> ; Sb <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> . Sb <sup>2+</sup> O <sub>5</sub> ; Sb <sup>2+</sup> S <sub>5</sub> ; SbOX	<b>Te=125(128?)</b> TeH <sub>2</sub> ; TeCl <sub>4</sub> ; TeO <sub>2</sub> . TeO <sup>+</sup> M <sup>2+</sup> ; TeM <sub>2</sub>	<b>J=127</b> JH, JAg, JHO. JHO <sub>2</sub> ; H <sub>2</sub> J; J <sub>2</sub> KJ				
Ряд 8	<b>Cs=133</b> CsCl, CsOH. Cs <sup>2+</sup> PtCl <sub>6</sub>	<b>Ba=137</b> BaCl <sub>2</sub> ; BaH <sup>2+</sup> O <sup>+</sup> ; BaO. BaSO <sub>4</sub> ; BaSiF <sub>6</sub>	<b>Di=138?</b> ?Di <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> ; DiX <sup>2+</sup> ?	<b>Ce=140(138?)</b> CeCl <sub>3</sub> ; Ce <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> ; CeO <sub>2</sub> . CeX <sup>2+</sup> ; CeX <sup>2+</sup> ; CeK <sup>2+</sup> X <sup>2+</sup>	142	146	148	150	151	152	153
Ряд 9	153	158	160	162	164	166	168				
Ряд 10	175		<b>Er=178?</b> ?Er <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> ; ErX <sup>2+</sup> ?	<b>La=180?</b> ?LaO <sub>2</sub> ; LaX <sup>2+</sup> ?	<b>Ta=182</b> TaCl <sub>5</sub> ; Ta <sup>2+</sup> O <sub>5</sub> . TaK <sup>2+</sup> F <sub>7</sub>	<b>W=184</b> WCl <sub>6</sub> ; WCl <sub>5</sub> ; WO <sub>3</sub> . K <sup>2+</sup> W <sup>2+</sup> O <sup>2+</sup> nWO <sup>2+</sup>	190	<b>Os=193</b> OsO <sub>4</sub> ; OsH <sup>2+</sup> O <sup>+</sup> . OsCl <sub>4</sub> ; OsCl <sub>3</sub> . OsK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Ir=195</b> K <sup>2+</sup> IrCl <sub>6</sub> ; IrCl <sub>3</sub> . IrCl <sub>2</sub> ; Ir <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> . IrK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Pt=197</b> PtCl <sub>4</sub> ; PtO <sub>2</sub> . PtCl <sub>2</sub> ; PtK <sup>2+</sup> X <sup>2+</sup> . PtK <sup>2+</sup> Cy <sup>2+</sup>	<b>Au=197</b> AuCl <sub>3</sub> ; AuCl. Au <sup>2+</sup> O <sub>2</sub> ; Au <sup>2+</sup> O. AuKCy <sup>2+</sup>
Ряд 11	<b>Au=197</b> AuX, AuX <sup>2+</sup>	<b>Hg=200</b> HgCl <sub>2</sub> ; HgCl <sub>2</sub> ; Hg <sup>2+</sup> O. Hg <sub>2</sub> O; HgX <sup>2+</sup> nHgO	<b>Tl=204</b> TlCl <sub>3</sub> ; Tl <sup>2+</sup> O; Tl <sup>2+</sup> O <sub>2</sub> . Tl <sup>2+</sup> SO <sub>4</sub> ; TlCl <sub>3</sub>	<b>Pb=207</b> PbCl <sub>2</sub> ; PbO; PbO <sub>2</sub> . PbEt <sub>4</sub> ; PbSO <sub>4</sub> ; PbK <sup>2+</sup> O <sup>+</sup>	<b>Bi=208</b> BiCl <sub>3</sub> ; Bi <sup>2+</sup> O <sub>3</sub> ; Bi <sup>2+</sup> O <sup>2+</sup> H <sub>2</sub> . BiX <sup>2+</sup> ; BiOX; BiNO <sup>2+</sup> (HO) <sub>2</sub>	210	212				
Ряд 12	220	225	227	<b>Th=231</b> ThCl <sub>4</sub> ; ThO <sub>2</sub> . ThX <sup>2+</sup> ; Th(SO <sup>2+</sup> ) <sub>4</sub>	235	<b>U=240</b> UCl <sub>4</sub> ; UO <sub>2</sub> ; UO <sup>2+</sup> X <sup>2+</sup> . UO <sub>2</sub> M <sup>2+</sup> U <sup>2+</sup> O <sub>2</sub>	245	246	248	249	250

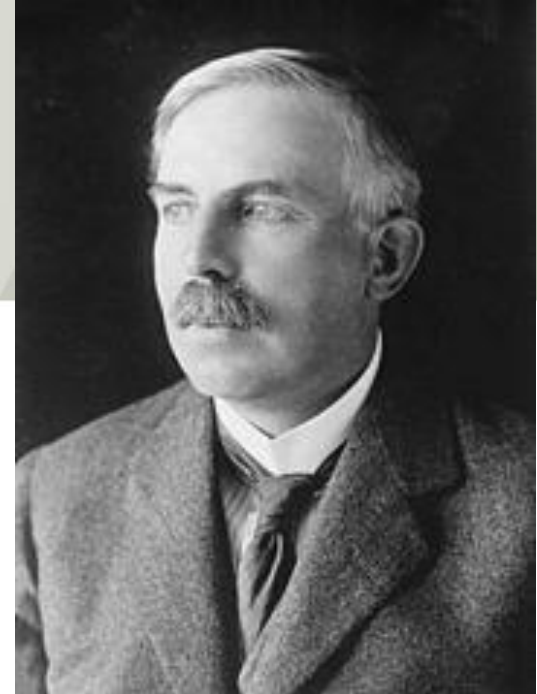
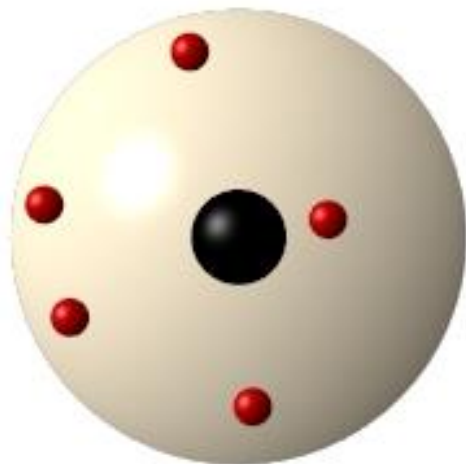
\* Тело твердое, мало-растворимое в водѣ.  
 ^ Тело газообразное или летучее.  
 M=K, Ag, ... M<sup>2+</sup>=Ca, Pb, ...  
 X=Cl, ONO, OH, OM, ... X<sup>2+</sup>=SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, O, S, ...

# Współczesny układ okresowy

1 <b>H</b> Hydrogen 1.008																	2 <b>He</b> Helium 4.002602				
3 <b>Li</b> Lithium 6.94	4 <b>Be</b> Beryllium 9.0121831	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Atomic Number →</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">1</div> <div style="margin-left: 10px;">← Symbol</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 5px;"> <div style="margin-right: 10px;">Name →</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">H</div> <div style="margin-left: 10px;">← Atomic Weight</div> </div>														5 <b>B</b> Boron 10.81	6 <b>C</b> Carbon 12.011	7 <b>N</b> Nitrogen 14.007	8 <b>O</b> Oxygen 15.999	9 <b>F</b> Fluorine 18.998403163	10 <b>Ne</b> Neon 20.1797
11 <b>Na</b> Sodium 22.98976928	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305															13 <b>Al</b> Aluminium 26.9815385	14 <b>Si</b> Silicon 28.085	15 <b>P</b> Phosphorus 30.973761998	16 <b>S</b> Sulfur 32.06	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.45	18 <b>Ar</b> Argon 39.948
19 <b>K</b> Potassium 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.955908	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.9415	24 <b>Cr</b> Chromium 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938044	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933194	28 <b>Ni</b> Nickel 58.6934	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.38	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.630	33 <b>As</b> Arsenic 74.921595	34 <b>Se</b> Selenium 78.971	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.798				
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.4678	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.90584	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.90637	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.95	43 <b>Tc</b> Technetium (98)	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.90550	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.414	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.710	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.60	53 <b>I</b> Iodine 126.90447	54 <b>Xe</b> Xenon 131.293				
55 <b>Cs</b> Caesium 132.90545196	56 <b>Ba</b> Barium 137.327	57 - 71 Lanthanoids	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.94788	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.223	78 <b>Pt</b> Platinum 195.084	79 <b>Au</b> Gold 196.966569	80 <b>Hg</b> Mercury 200.592	81 <b>Tl</b> Thallium 204.38	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98040	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astatine (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)				
87 <b>Fr</b> Francium (223)	88 <b>Ra</b> Radium (226)	89 - 103 Actinoids	104 <b>Rf</b> Rutherfordium (261)	105 <b>Db</b> Dubnium (268)	106 <b>Sg</b> Seaborgium (269)	107 <b>Bh</b> Bohrium (270)	108 <b>Hs</b> Hassium (269)	109 <b>Mt</b> Meitnerium (278)	110 <b>Ds</b> Darmstadtium (281)	111 <b>Rg</b> Roentgenium (282)	112 <b>Cn</b> Copernicium (285)	113 <b>Nh</b> Nihonium (286)	114 <b>Fl</b> Flerovium (289)	115 <b>Mc</b> Moscovium (289)	116 <b>Lv</b> Livermorium (293)	117 <b>Ts</b> Tennessine (294)	118 <b>Og</b> Oganesson (294)				

57 <b>La</b> Lanthanum 138.90547	58 <b>Ce</b> Cerium 140.12	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.90766	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.242	61 <b>Pm</b> Promethium (145)	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.92535	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.500	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93033	68 <b>Er</b> Erbium 167.259	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93422	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.045	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.9668
89 <b>Ac</b> Actinium (227)	90 <b>Th</b> Thorium 232.0377	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.03688	92 <b>U</b> Uranium 238.02891	93 <b>Np</b> Neptunium (237)	94 <b>Pu</b> Plutonium (244)	95 <b>Am</b> Americium (243)	96 <b>Cm</b> Curium (247)	97 <b>Bk</b> Berkelium (247)	98 <b>Cf</b> Californium (251)	99 <b>Es</b> Einsteinium (252)	100 <b>Fm</b> Fermium (257)	101 <b>Md</b> Mendelevium (258)	102 <b>No</b> Nobelium (259)	103 <b>Lr</b> Lawrencium (260)





Ernest Rutherford  
1871-1937

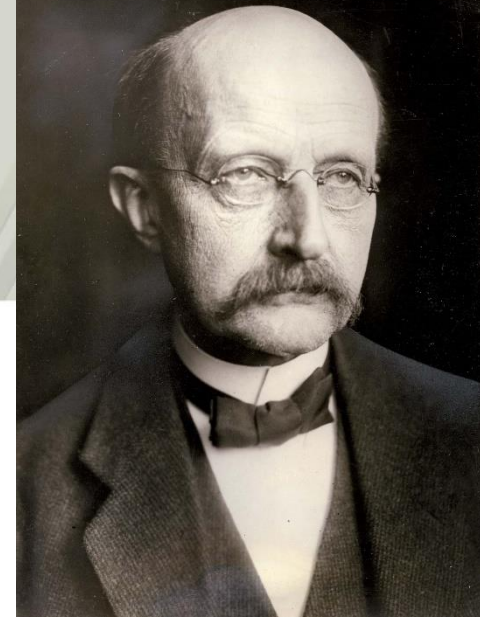
Ładunek dodatni zgromadzony jest w niewielkim, a przez to bardzo gęstym jądrze gromadzącym większość masy **atomu**, ujemnie naładowane elektrony okrążają jądro, podobnie jak planety okrążają Słońce

Energia może być emitowana tylko w określonych porcjach, zwanych kwantami.

$$E_2 - E_1 = h \cdot \nu$$

$h$  – stała Plancka =  $6,625 \times 10^{-34}$  [J·s],

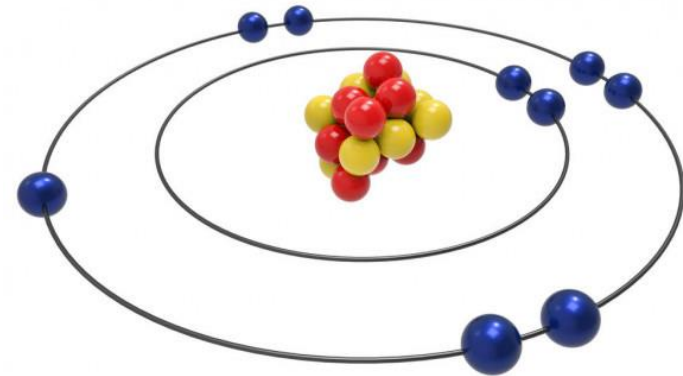
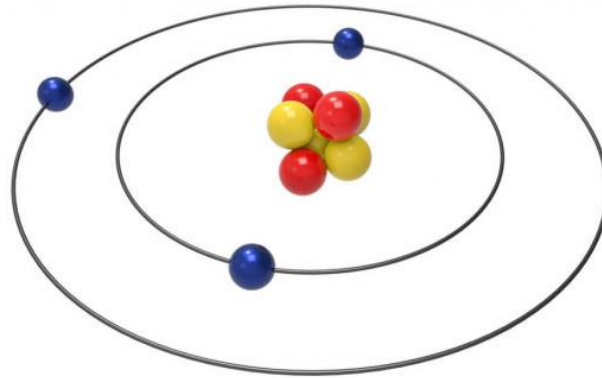
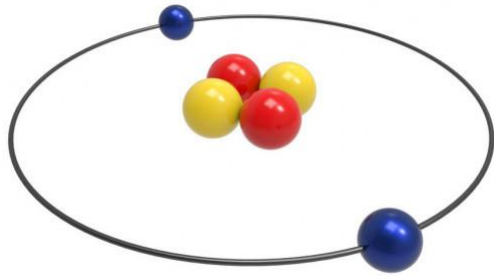
$\nu$  - częstotliwość



Max Planck  
1858-1947



Niels Bohr  
1885-1962



Model atomu Bohra

# Funkcja falowa $\Psi$ (psi)

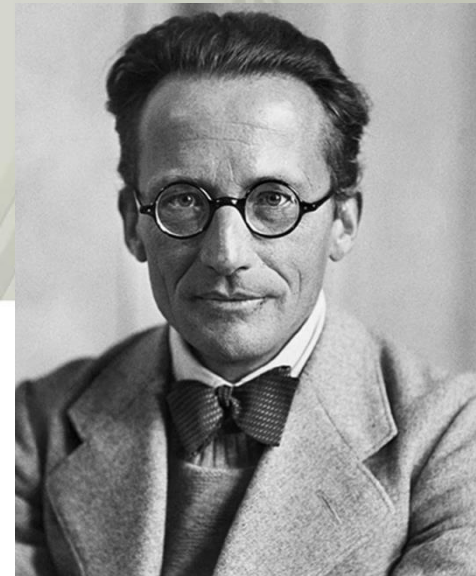
Równanie Schrödingera dla atomu wodoru

$$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - V) \Psi = 0$$

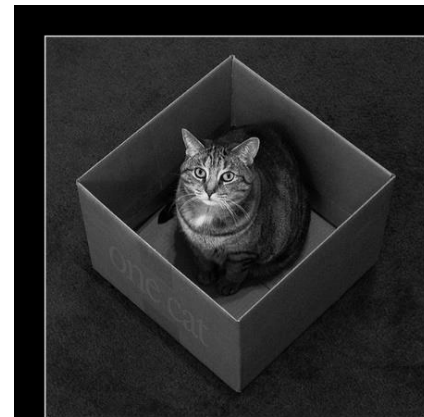
**E** – całkowita energia elektronu,

**V** – energia potencjalna,

**m** – masa elektronu,



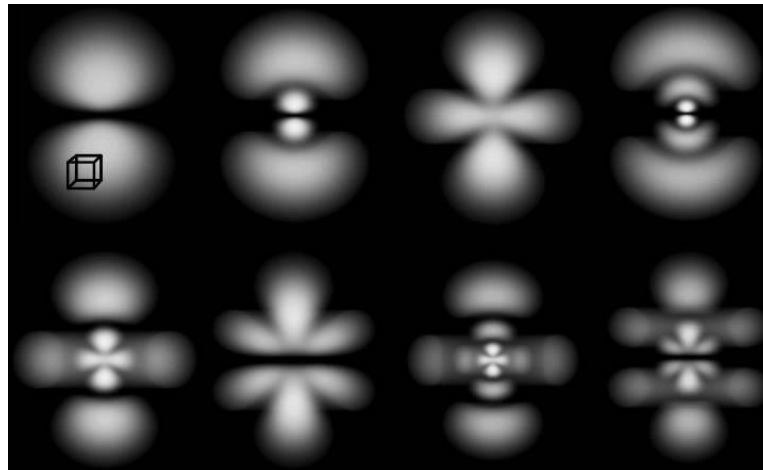
Erwin  
Schrödinger  
1887-1961



POSZUKIWANY!  
Żywy i martwy - kot Schrödingera

$$\int |\Psi(x, y, z)|^2 dv = 1$$

Prawdopodobieństwo znalezienia elektronu wokół jądra  
**orbital**



Każdy orbital może być opisany trzema liczbami kwantowymi

- **n – główna liczba kwantowa** – określa energię elektronu  
przyjmuje wartości (1,2,3,...),
- **l – poboczna liczba kwantowa** - determinuje kształt orbitalu –  
przyjmuje wartości: 0, 1, ..., (n-1)
- **m – magnetyczna liczba kwantowa** – określa orientację orbitalu  
w przestrzeni – przyjmuje wartości: ( -l, ..., +l)

### Przykład:

$n = 1, l = 0, m = 0 \rightarrow$  orbital 1s,

$n = 2, l = 1, m = -1 \rightarrow$  orbital  $2p_x$ ,

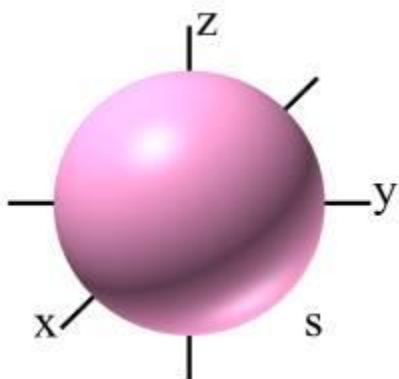
$n = 3, l = 2, m = 2 \rightarrow$  orbital  $3d_{x^2-y^2}$



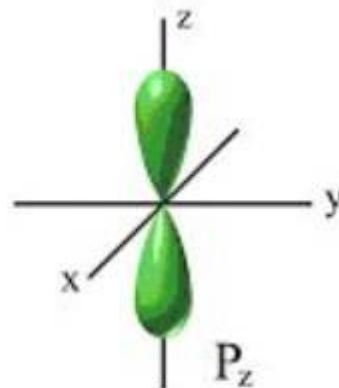
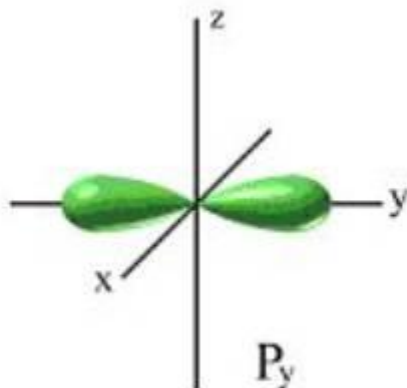
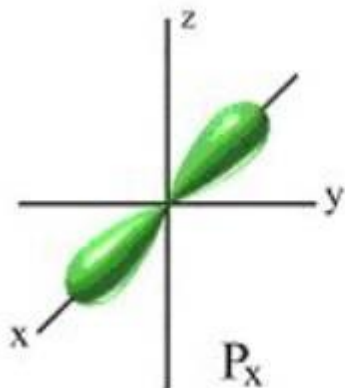
**AGH**

<b>Główna liczba kwantowa</b>	<b>Poboczna liczba kwantowa</b>	<b>Magnetyczna liczba kwantowa</b>	<b>Typ orbitalu</b>	<b>Liczba elektronów</b>	<b>Maksymalna liczba elektronów</b>
$n = 1$	$l = 0$	$m = 0$	1s	2	2
$n = 2$	$l = 0$	$m = 0$	2s	2	18
	$l = 1$	$m = -1$	$2p_x$	6	
		$m = 0$	$2p_y$		
$m = 1$		$2p_z$			
$n = 3$	$l = 0$	$m = 0$	3s	2	32
	$l = 1$	$m = -1$	$3p_x$	6	
		$m = 0$	$3p_y$		
		$m = 1$	$3p_z$		
	$l = 2$	$m = -2$		10	
		$m = -1$			
		$m = 0$	$3d_{xy}$		
$m = 1$		$3d_{xz}$			
		$m = 2$	$3d_{yz}$		

## Typy orbitali



orbital typu s



orbital typu p



# The Orbitron gallery of atomic orbitals



1s



2s



3s



4s



5s



6s



7s



$3d_{z^2-y^2}$



$3d_{yz}$



$3d_{z^2}$



$3d_{xz}$



$3d_{xy}$



$2p_y$



$2p_z$



$2p_x$



$3p_y$



$3p_z$



$3p_x$



$4p_y$



$4p_z$



$4p_x$



$5p_y$



$5p_z$



$5p_x$



$6p_y$



$6p_z$



$6p_x$



$7p_y$



$7p_z$



$7p_x$



$4f_{y(3z^2-y^2)}$



$4f_{z(3x^2-y^2)}$



$4f_{z^3}$



$4f_{z^2}$



$4f_{xz^2}$



$4f_{yz^2}$



$4f_{x(3z^2-3y^2)}$



$5f_{y(3z^2-y^2)}$



$5f_{z(3x^2-y^2)}$



$5f_{z^3}$



$5f_{z^2}$



$5f_{xz^2}$



$5f_{yz^2}$



$5f_{x(3z^2-3y^2)}$



**$m_s$**  – **spinowa liczba kwantowa** określa spin (kręt) elektronu i może przyjmować wartości  $-\frac{1}{2}$  lub  $+\frac{1}{2}$

**Zakaz Pauliego:** w jednym atomie nie mogą istnieć dwa elektrony o tych samych liczbach kwantowych. Każdy orbital może zawierać maksymalnie dwa elektrony różniące się  $m_s$ .



Wolfgang Pauli  
1900-1958



Friedrich Hund  
1896 -1997

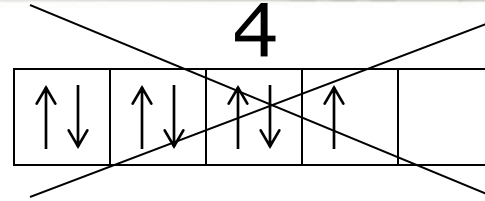
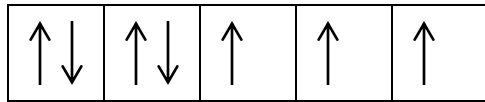
**Reguła Hunda** – w atomie, powinno być jak najwięcej elektronów niesparowanych, w celu uzyskania najbardziej korzystnego energetycznie zapełnienia orbitali atomowych. Elektrony ulegają sparowaniu po zapełnieniu wszystkich orbitali danej powłoki elektronowej.



AGH

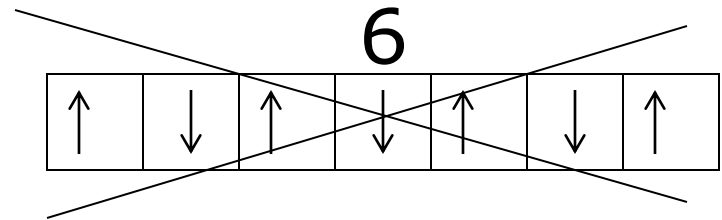
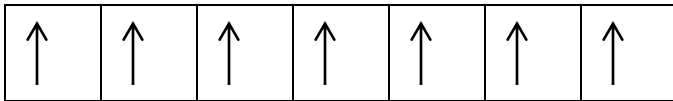
$4d^7 \rightarrow$  siedem elektronów na orbitalu 4d

4



$6f^7 \rightarrow$  siedem elektronów na orbitalu 6f

6



Symbol orbitalu pozwala opisać strukturę elektronową każdego

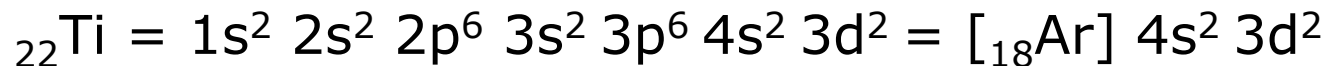
${}_1\text{H} \rightarrow$  1 elektron na orbitalu s  $\rightarrow {}_1\text{H} = 1s^1$

${}_2\text{He} = 1s^2$

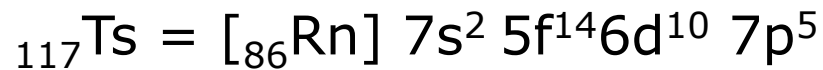
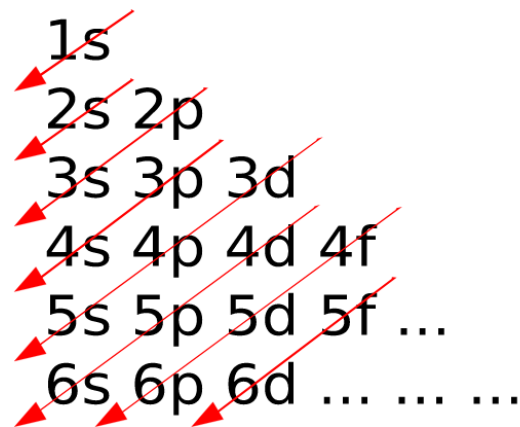
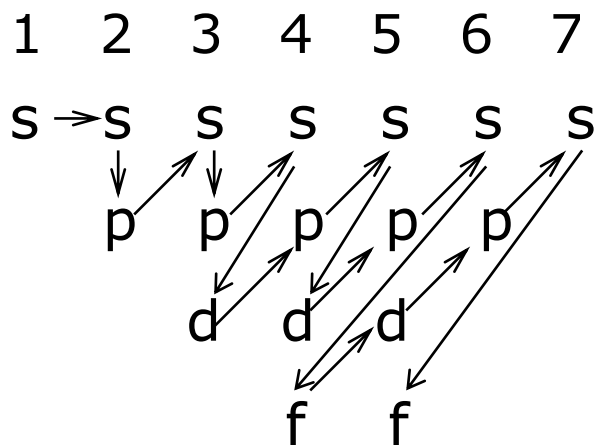
${}_8\text{O} \rightarrow$  8 elektronów  $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^4$

lub, wiedząc, że  ${}_2\text{He} = 1s^2$

${}_8\text{O} = [{}_2\text{He}] 2s^2 2p^4$



### Przesunięcie poziomu energetycznego





AGH

# Bloki elektronowe w układzie okresowym

## blok s

1 1,01 <b>H</b> Wodór	2
3 6,94 <b>Li</b> Lit	4 9,01 <b>Be</b> Beryl
11 23,00 <b>Na</b> Sód	12 24,31 <b>Mg</b> Magnez
19 39,10 <b>K</b> Potas	20 40,08 <b>Ca</b> Wapń
37 85,47 <b>Rb</b> Rubid	38 87,62 <b>Sr</b> Stront
55 132,91 <b>Cs</b> Cez	56 137,34 <b>Ba</b> Bar
87 (223) <b>Fr</b> Frans	88 (226) <b>Ra</b> Rad

## blok d

										<b>blok p</b>						18 2 4,00 <b>He</b> Hel
										13 5 10,81 <b>B</b> Bor	14 6 12,01 <b>C</b> Węgiel	15 7 14,01 <b>N</b> Azot	16 8 16,00 <b>O</b> Tlen	17 9 19,00 <b>F</b> Fluor	10 20,18 <b>Ne</b> Neon	
										13 13 26,98 <b>Al</b> Glin	14 14 28,09 <b>Si</b> Krzem	15 15 30,97 <b>P</b> Fosfor	16 16 32,07 <b>S</b> Siarka	17 17 35,45 <b>Cl</b> Chlor	18 18 39,95 <b>Ar</b> Argon	
21 44,96 <b>Sc</b> Skand	22 47,90 <b>Ti</b> Tytan	23 50,94 <b>V</b> Wanad	24 52,00 <b>Cr</b> Chrom	25 54,94 <b>Mn</b> Mangan	26 55,85 <b>Fe</b> Żelazo	27 58,93 <b>Co</b> Kobalt	28 58,69 <b>Ni</b> Nikiel	29 63,54 <b>Cu</b> Miedź	30 65,37 <b>Zn</b> Cynk	31 69,72 <b>Ga</b> Gal	32 72,59 <b>Ge</b> German	33 74,92 <b>As</b> Arsen	34 78,96 <b>Se</b> Selen	35 79,91 <b>Br</b> Brom	36 83,80 <b>Kr</b> Krypton	
39 88,91 <b>Y</b> Itr	40 91,22 <b>Zr</b> Cyrkon	41 92,91 <b>Nb</b> Niob	42 95,94 <b>Mo</b> Molibden	43 (~98) <b>Tc</b> Technet	44 101,07 <b>Ru</b> Ruten	45 102,25 <b>Rh</b> Rod	46 106,4 <b>Pd</b> Pallad	47 107,87 <b>Ag</b> Srebro	48 112,40 <b>Cd</b> Kadm	49 114,82 <b>In</b> Ind	50 118,69 <b>Sn</b> Cyna	51 121,75 <b>Sb</b> Antymon	52 127,60 <b>Te</b> Tellur	53 126,91 <b>I</b> Jod	54 131,30 <b>Xe</b> Ksenon	
57-71 <b>La-Lu</b> Lantanowce	72 178,49 <b>Hf</b> Hafn	73 180,95 <b>Ta</b> Tantal	74 183,85 <b>W</b> Wolfram	75 186,2 <b>Re</b> Ren	76 190,2 <b>Os</b> Osm	77 192,2 <b>Ir</b> Iryd	78 195,09 <b>Pt</b> Platyna	79 196,97 <b>Au</b> Złoto	80 200,59 <b>Hg</b> Rtęć	81 204,38 <b>Tl</b> Tal	82 207,19 <b>Pb</b> Ołów	83 208,98 <b>Bi</b> Bizmut	84 (~210) <b>Po</b> Polon	85 (~210) <b>At</b> Astat	86 (~222) <b>Rn</b> Radon	
89-103 <b>Ac-Lr</b> Aktynowce	104 (261) <b>Rf</b> Ruterford	105 (263) <b>Db</b> Dubn	106 (265) <b>Sg</b> Siborg	107 (264) <b>Bh</b> Borium	108 (269) <b>Hs</b> Hassium	109 (268) <b>Mt</b> Meitner										

## blok f

57 138,91 <b>La</b> Lantan	58 140,12 <b>Ce</b> Cer	59 140,91 <b>Pr</b> Prazeodym	60 144,24 <b>Nd</b> Neodym	61 (145) <b>Pm</b> Promet	62 150,35 <b>Sm</b> Samar	63 151,96 <b>Eu</b> Europ	64 157,25 <b>Gd</b> Gadolin	65 158,93 <b>Tb</b> Terb	66 162,50 <b>Dy</b> Dysproz	67 164,93 <b>Ho</b> Holm	68 167,26 <b>Er</b> Erb	69 168,93 <b>Tm</b> Tul	70 173,04 <b>Yb</b> Iteb	71 174,97 <b>Lu</b> Lutet
89 (227) <b>Ac</b> Aktyn	90 232,04 <b>Th</b> Tor	91 (~231) <b>Pa</b> Protaktyn	92 238,03 <b>U</b> Uran	93 (237) <b>Np</b> Neptun	94 (244) <b>Pu</b> Pluton	95 (243) <b>Am</b> Ameryk	96 (247) <b>Cm</b> Kiur	97 (247) <b>Bk</b> Berkel	98 (251) <b>Cf</b> Kaliforn	99 (254) <b>Es</b> Einstein	100 (257) <b>Fm</b> Ferm	101 (256) <b>Md</b> Mendelew	102 (254) <b>No</b> Nobel	103 (257) <b>Lr</b> Lorens

# Forma długa układu okresowego

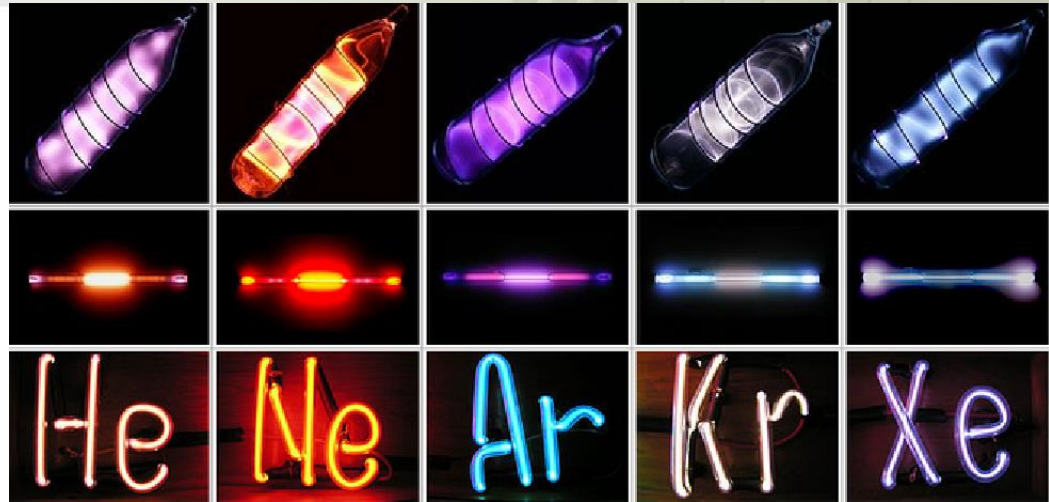
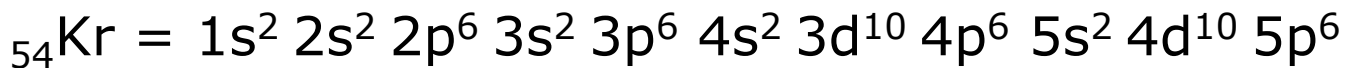
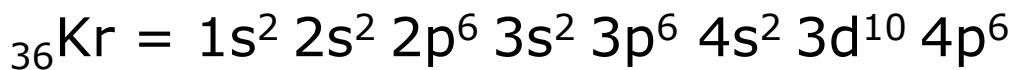
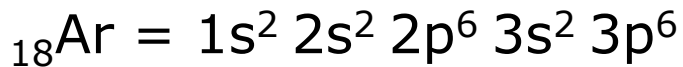
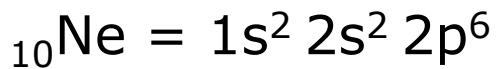
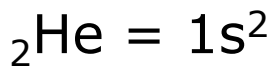
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
1 H																		2 He													
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne														
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar														
19 K	20 Ca	21 Sc										22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr					
37 Rb	38 Sr	39 Y										40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe					
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og





# Gazy szlachetne

Mają całkowicie wypełnione elektrony powłoki.



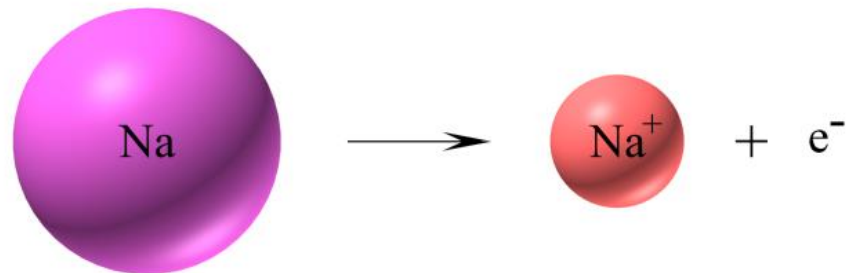
Całkowicie wypełniona powłoka elektronowa → minimalna energia

# Dlaczego pierwiastki

Całkowicie zapełniona powłoka elektronowa → minimalna energia → tworzenie wiązań

## Przykład:

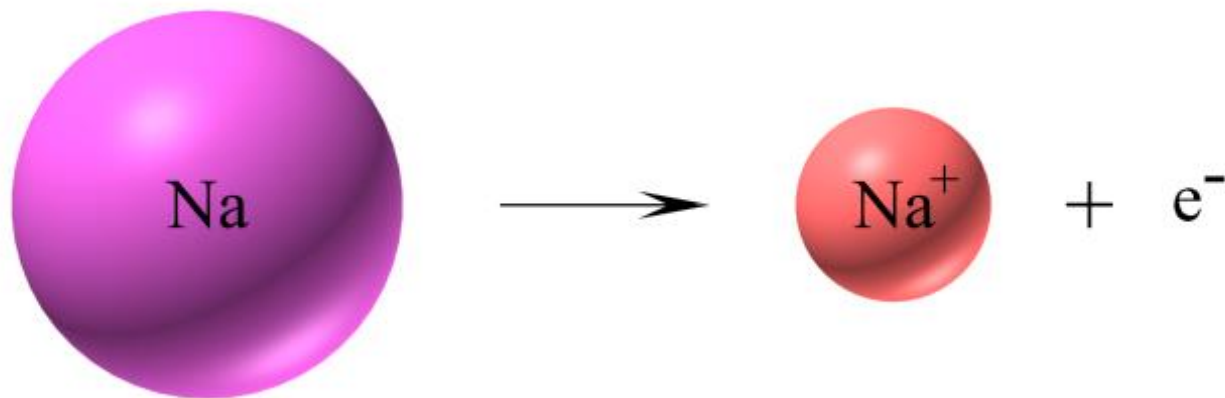
Atom sodu:  ${}_{11}\text{Na} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 = [{}_{10}\text{Ne}] 3s^1 \rightarrow$  jeden elektron walencyjny. Sód  $\rightarrow$  daje elektron walencyjny innemu atomowi i staje się kationem sodu



## Pełna powłoka = minimum energii

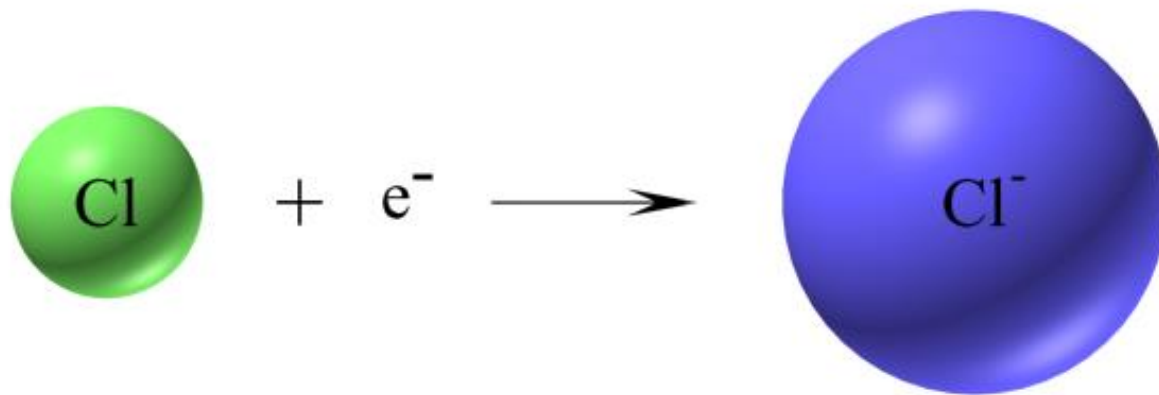
Atom sodu:  ${}_{11}\text{Na} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 = [{}_{10}\text{Ne}] 3s^1 \rightarrow$  jeden elektron walencyjny na następnej powłoce

Sód  $\rightarrow$  oddaje elektron walencyjny, ma więcej protonów, niż elektronów, staje się jonem dodatnim - **kationem** sodu.









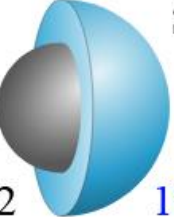
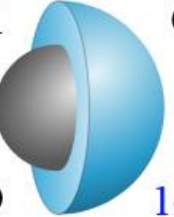
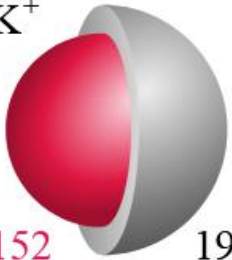


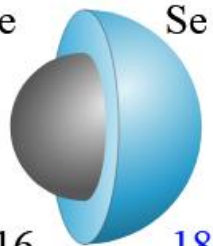
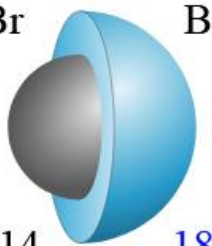

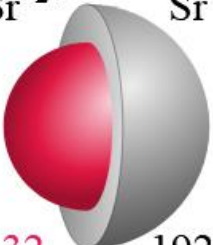

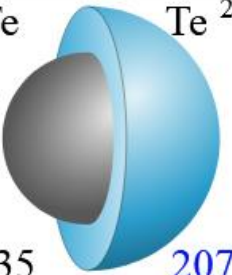
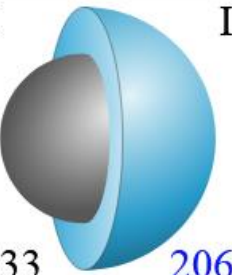


Chlor:  ${}_{17}\text{Cl} = [{}_{10}\text{Ne}] 3s^2 3p^5 \rightarrow$  posiada 7 elektronów walencyjnych, potrzebuje jednego elektronu, aby mieć całkowicie zapełnioną powłokę walencyjną.

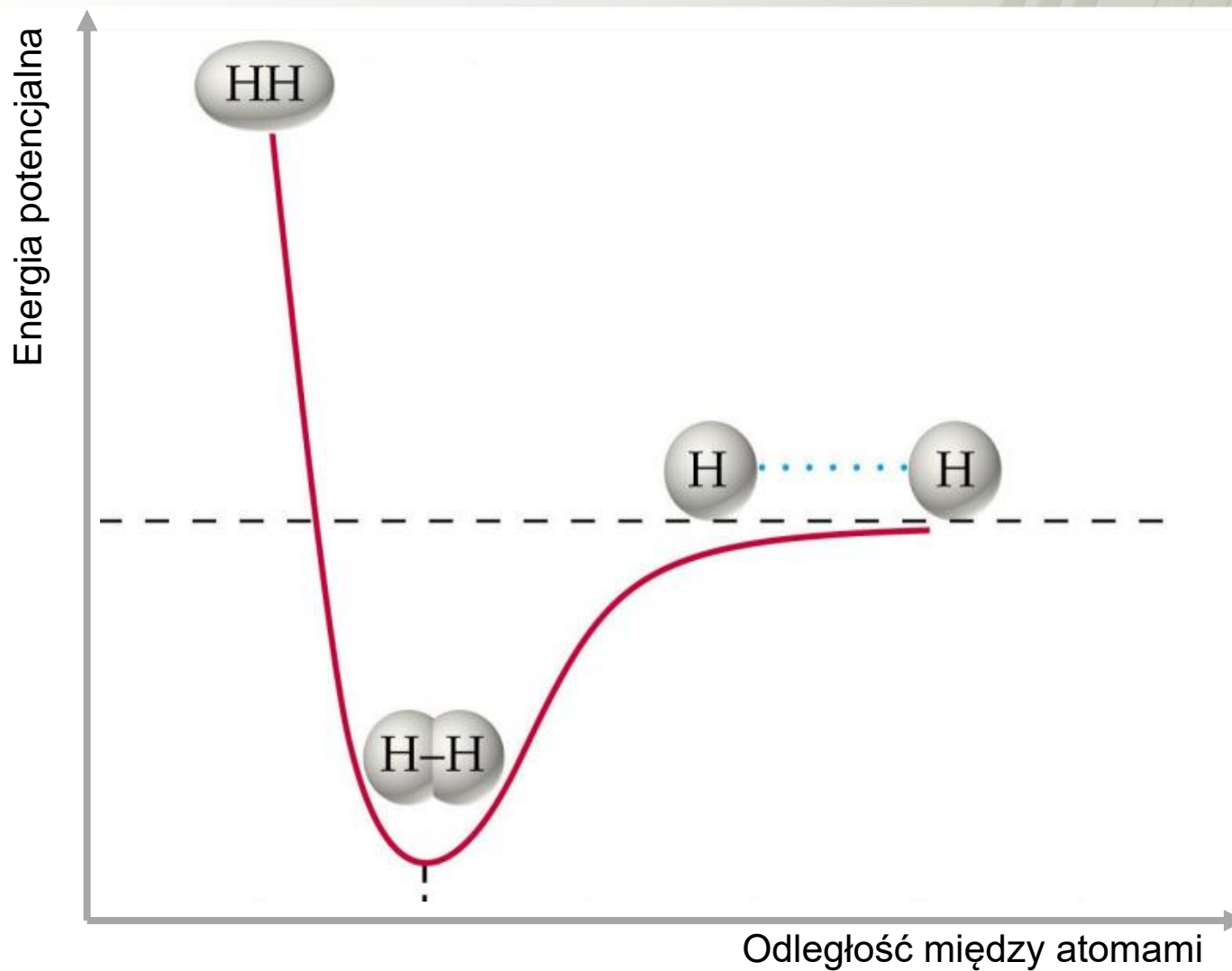
Atom chloru przyjmuje elektron walencyjny od innego atomu, ma teraz więcej elektronów, niż protonów, staje się jonem ujemnym - **anionem** chloru.



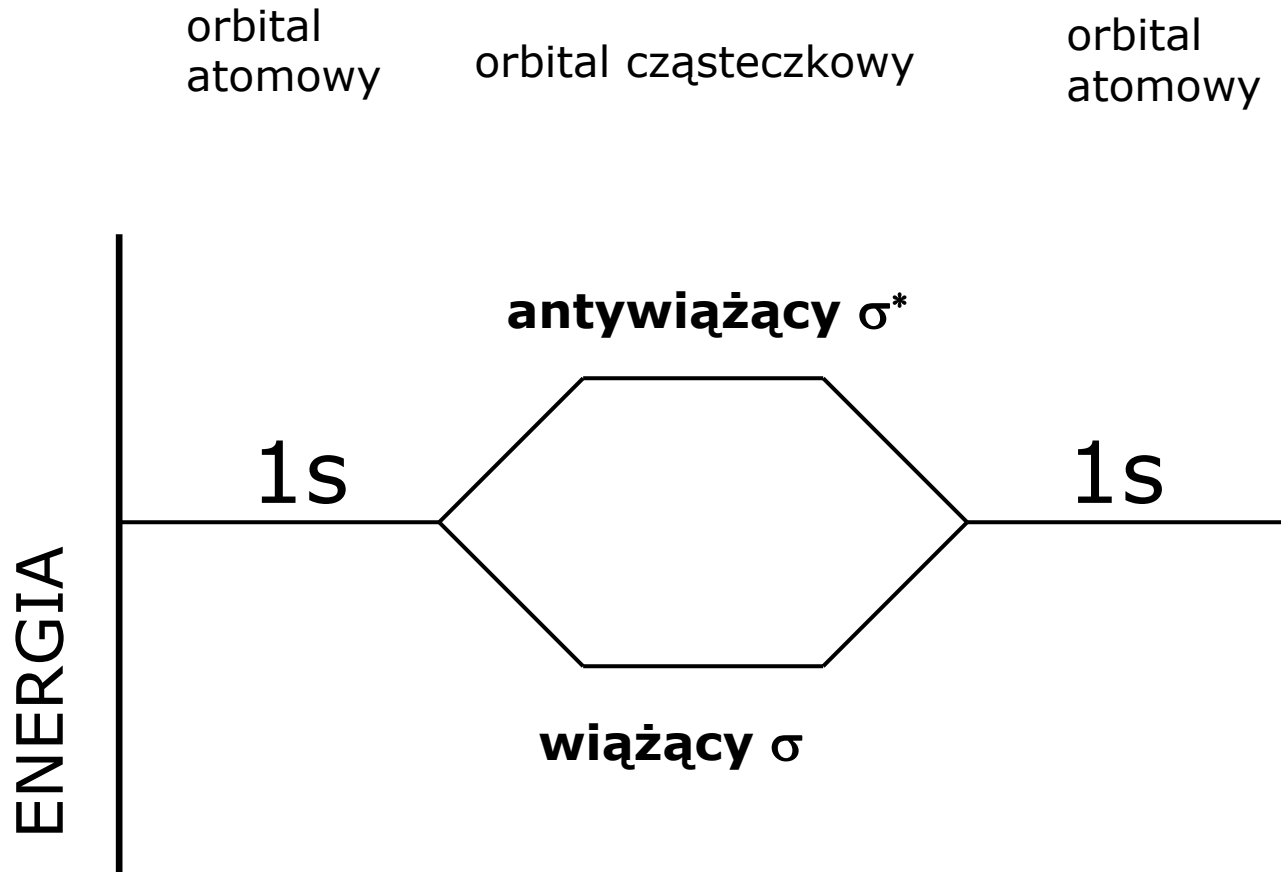
# Promień jonowy – promień jonu, atomu po oderwaniu lub przyłączeniu elektronu.

$\text{Li}^+$  90 Li 134	$\text{Be}^{2+}$  59 Be 90	$\text{B}^{3+}$  41 B 82	$\text{O}^{2-}$  73 O 126	$\text{F}^-$  71 F 119
$\text{Na}^+$  116 Na 154	$\text{Mg}^{2+}$  86 Mg 130	$\text{Al}^{3+}$  68 Al 118	$\text{S}^{2-}$  102 S 170	$\text{Cl}^-$  99 Cl 167
$\text{K}^+$  152 K 196	$\text{Ca}^{2+}$  114 Ca 174	$\text{Ga}^{3+}$  76 Ga 126	$\text{Se}^{2-}$  116 Se 184	$\text{Br}^-$  114 Br 182
$\text{Rb}^+$  166 Rb 211	$\text{Sr}^{2+}$  132 Sr 192	$\text{In}^{3+}$  94 In 144	$\text{Te}^{2-}$  135 Te 207	$\text{I}^-$  133 I 206

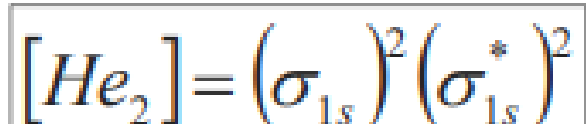
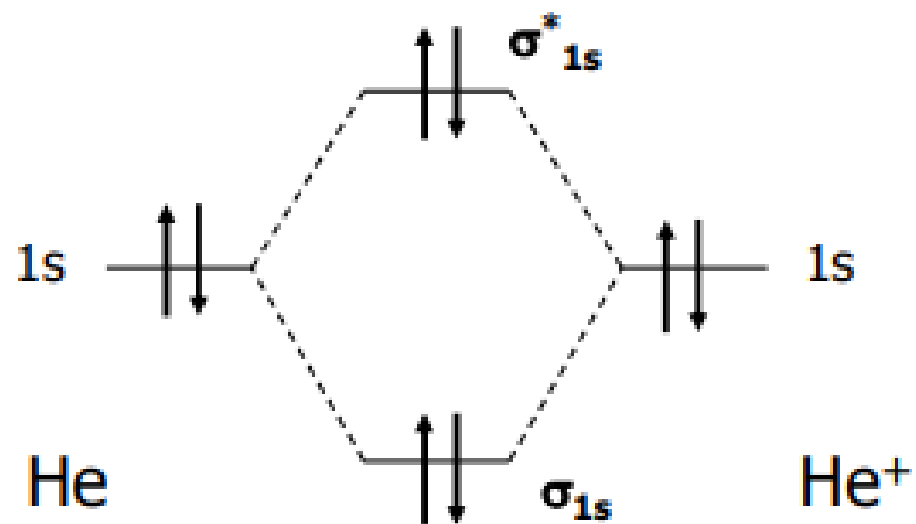
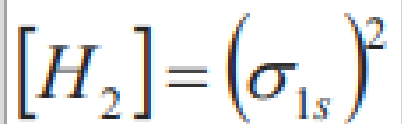
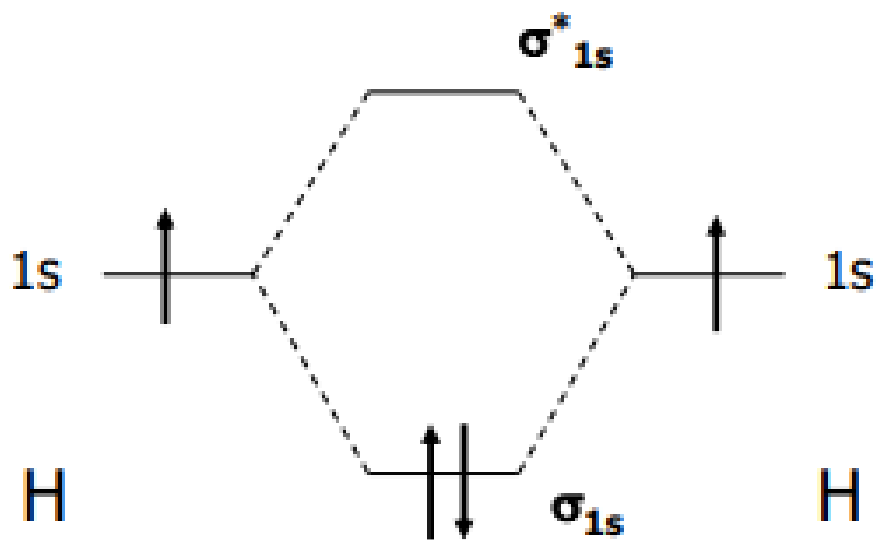
# Dlaczego atomy się wiążą?



# Orbitale molekularne

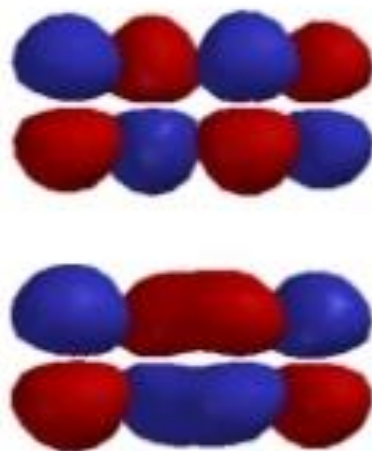
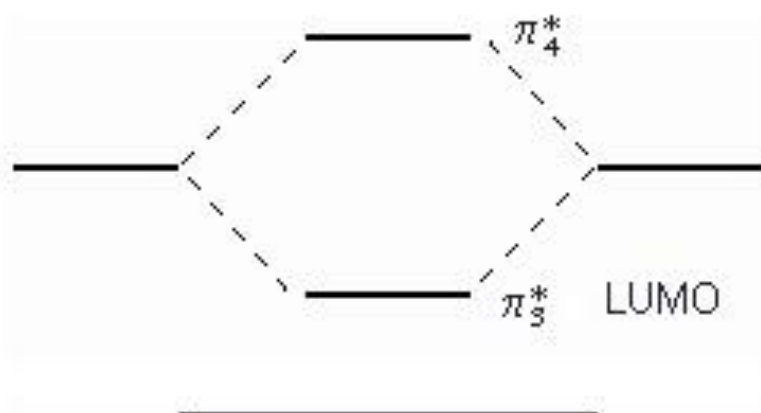


# Orbitale cząsteczkowe wiążące i antywiążące

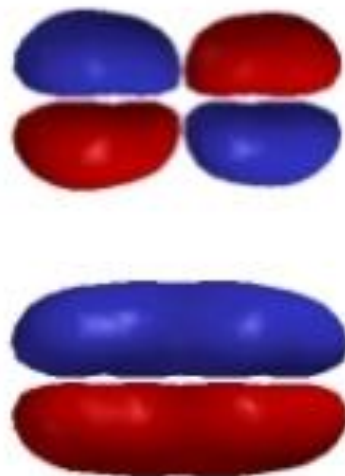
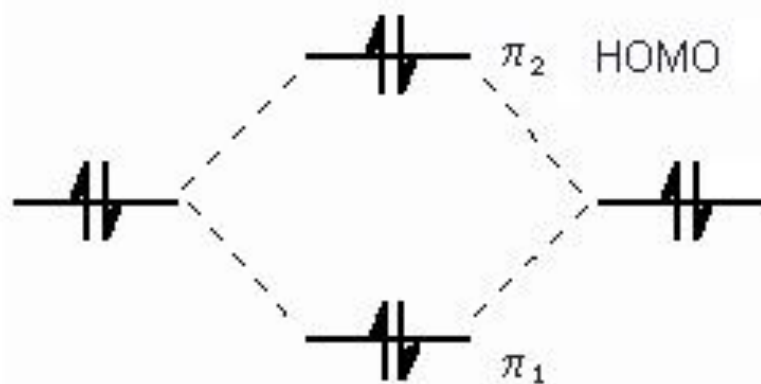




# HOMO, LUMO

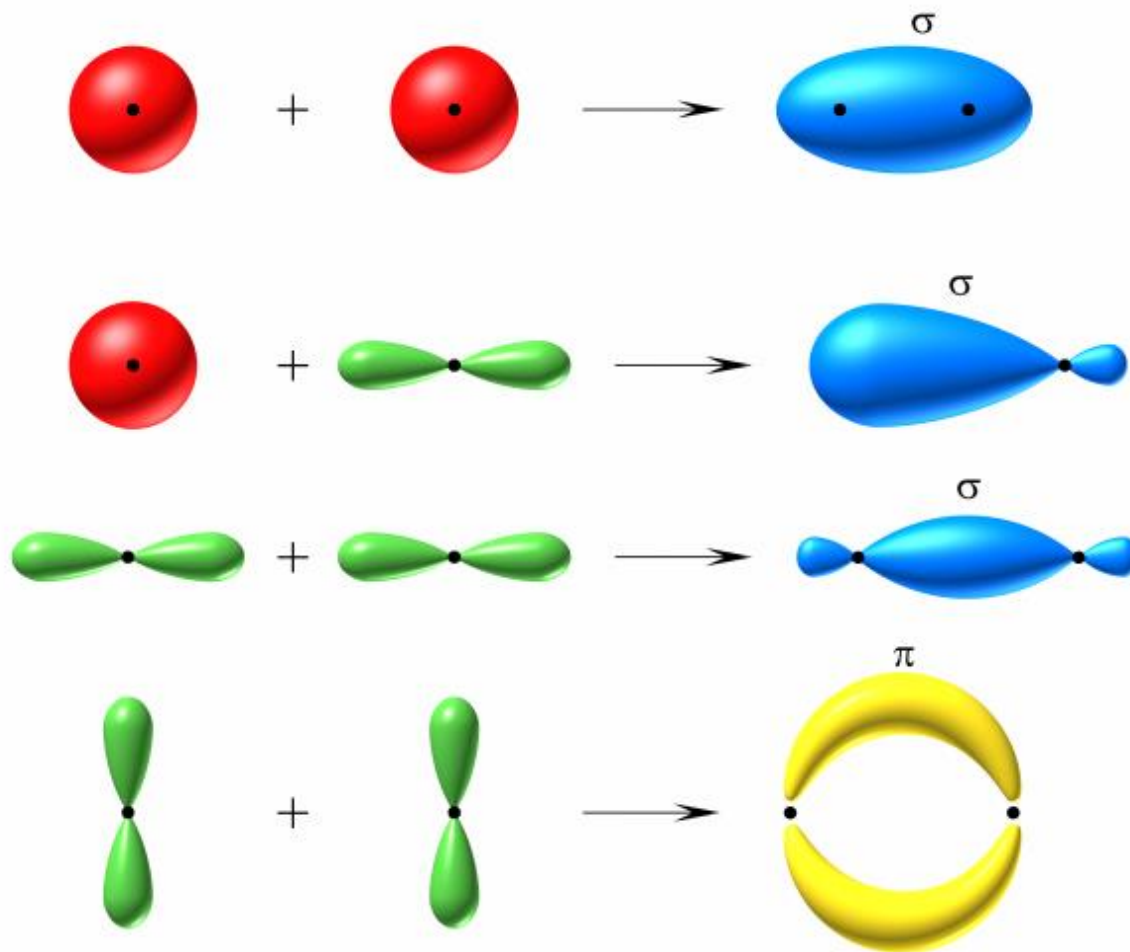


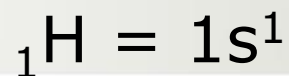
Lowest  
Unoccupied  
Molecular  
Orbital



Highest  
Occupied  
Molecular  
Orbital

# Typy orbitali molekularnych



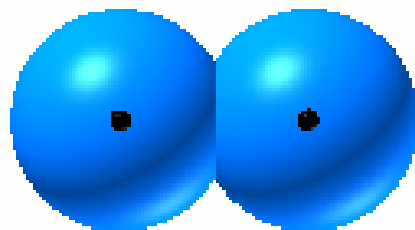


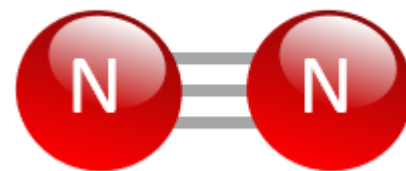
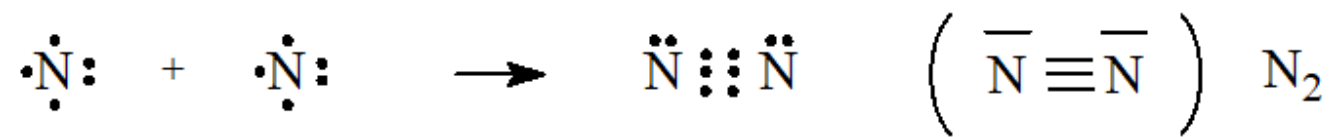
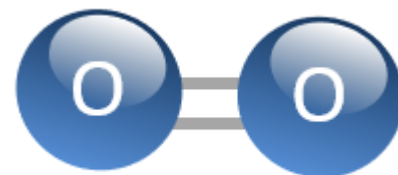
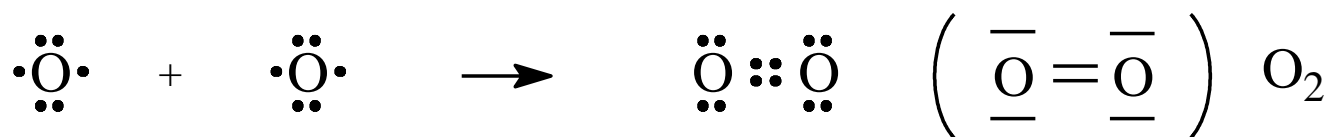
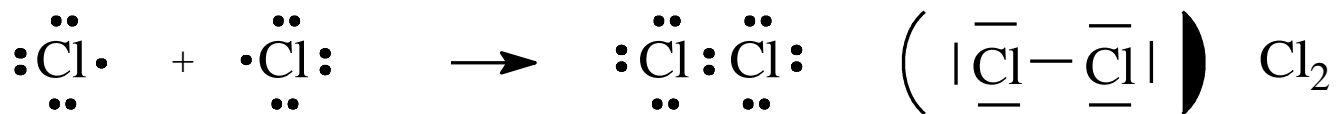
każdy atom wodoru daje po jednym elektronie i tworzy się wspólna para elektronowa

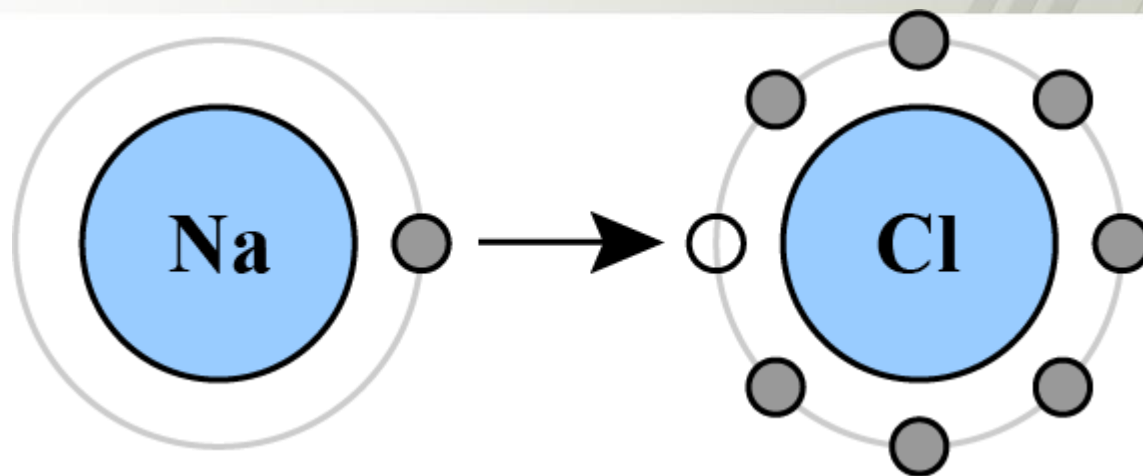


Ten typ wiązania nazywany jest **wiązaniem atomowym** lub **wiązaniem kowalencyjnym**.

Wiązanie atomowe jest możliwe jeśli różnica elektroujemności jest mniejsza niż **0,4**







Taki typ wiązania jest nazywany wiązaniem **jonowym**.

Wiązanie jonowe jest możliwe między pierwiastkami różniącymi się elektroujemnością (różnica elektroujemności większa niż **1,7**)



AGH

**elektroujemność** - zdolność pierwiastka do przyciągania elektronów

IA 1							0 18
1 H 2,1							2 He
	IIA 2	IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	
3 Li 1,0	4 Be 1,5	5 B 2,0	6 C 2,5	7 N 3,0	8 O 3,5	9 F 4,0	10 Ne
11 Na 0,9	12 Mg 1,2	13 Al 1,5	14 Si 1,8	15 P 2,1	16 S 2,5	17 Cl 3,0	18 Ar
19 K 0,8	20 Ca 1,0	31 Ga 1,6	32 Ge 1,8	33 As 2,0	34 Se 2,4	35 Br 2,8	36 Kr
37 Rb 0,8	38 Sr 1,0	49 In 1,7	50 Sn 1,8	51 Sb 1,9	52 Te 2,1	53 I 2,5	54 Xe
55 Cs 0,7	56 137,34 Ba 0,9	81 Tl 1,8	82 Pb 1,8	83 Bi 1,9	84 Po 2,0	85 At 2,2	86 Rn
87 Fr 0,7	88 Ra 0,9						



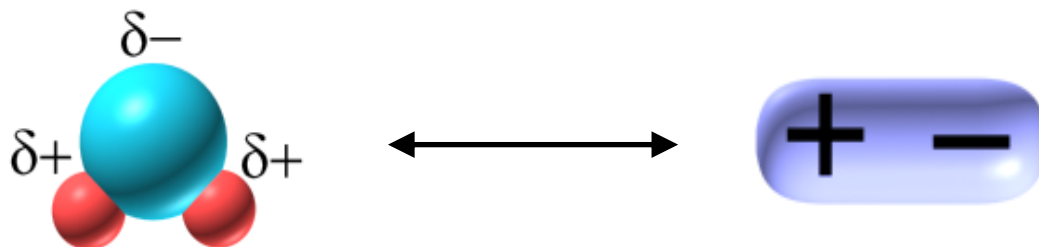
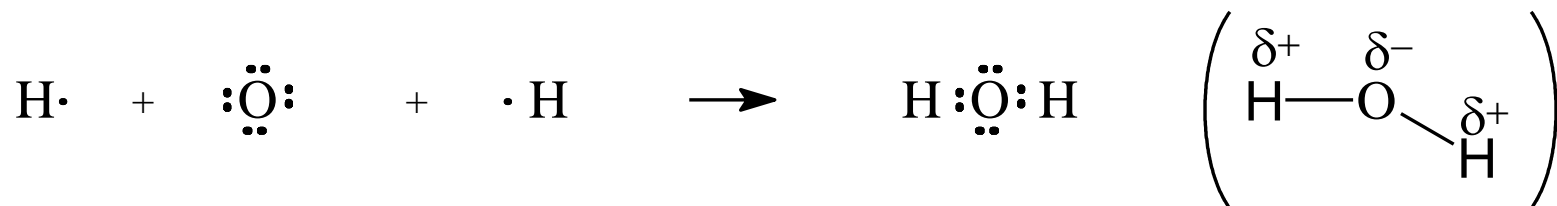
Linus Pauling  
(1901–1994)

# 0,4 < różnica elektroujemności < 1,7

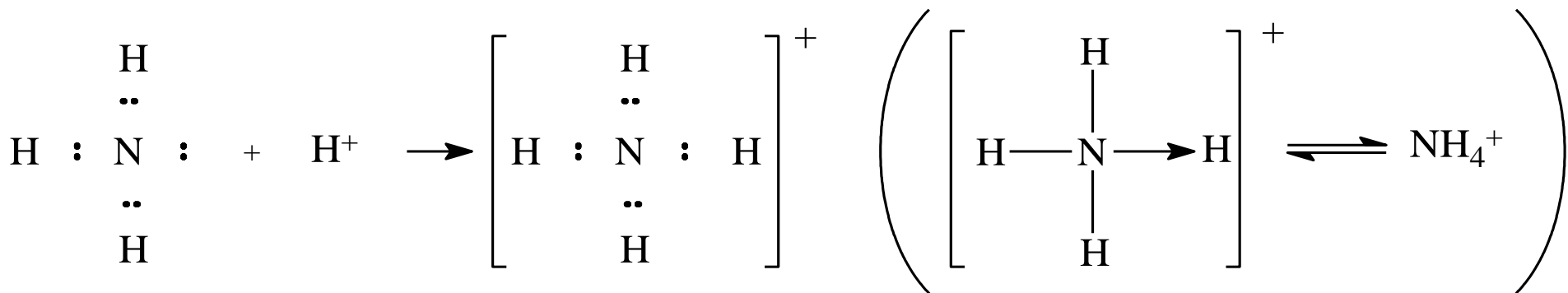
Atom o większej elektroujemności silniej przyciąga parę elektronową, wiążąca para jest przesunięta w kierunku atomu bardziej elektroujemnego.

Taki typ wiązania jest nazywany

## wiązaniem atomowym spolaryzowanym



W niektórych przypadkach para elektronowa pochodzi tylko od jednego atomu, atom oddający parę elektronową jest nazywany **donorem**, natomiast atom przyjmujący parę elektronową jest nazywany **akceptorem**.



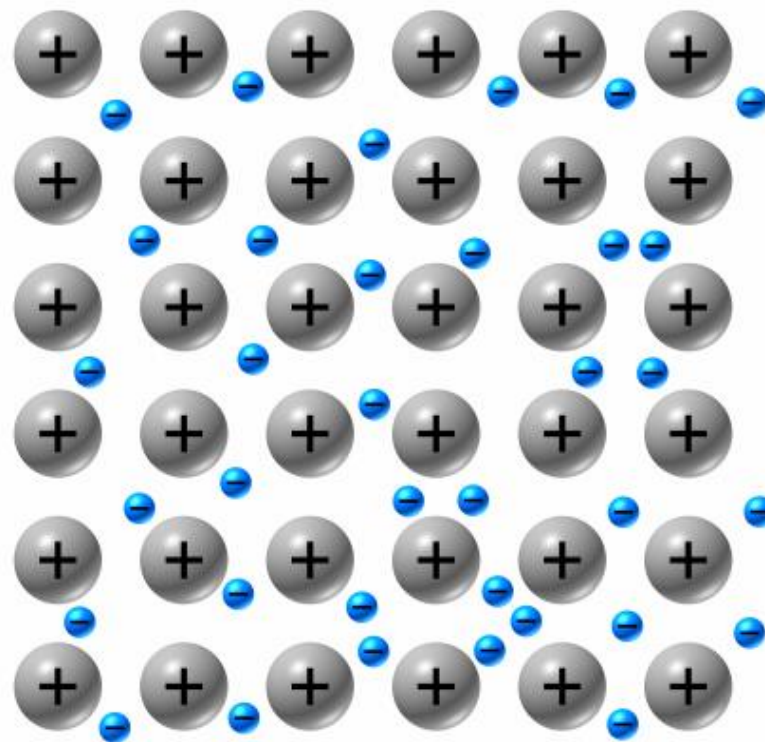
Takie wiązanie jest nazywane

**wiązaniem koordynacyjnym (donorowo akceptorowym)**

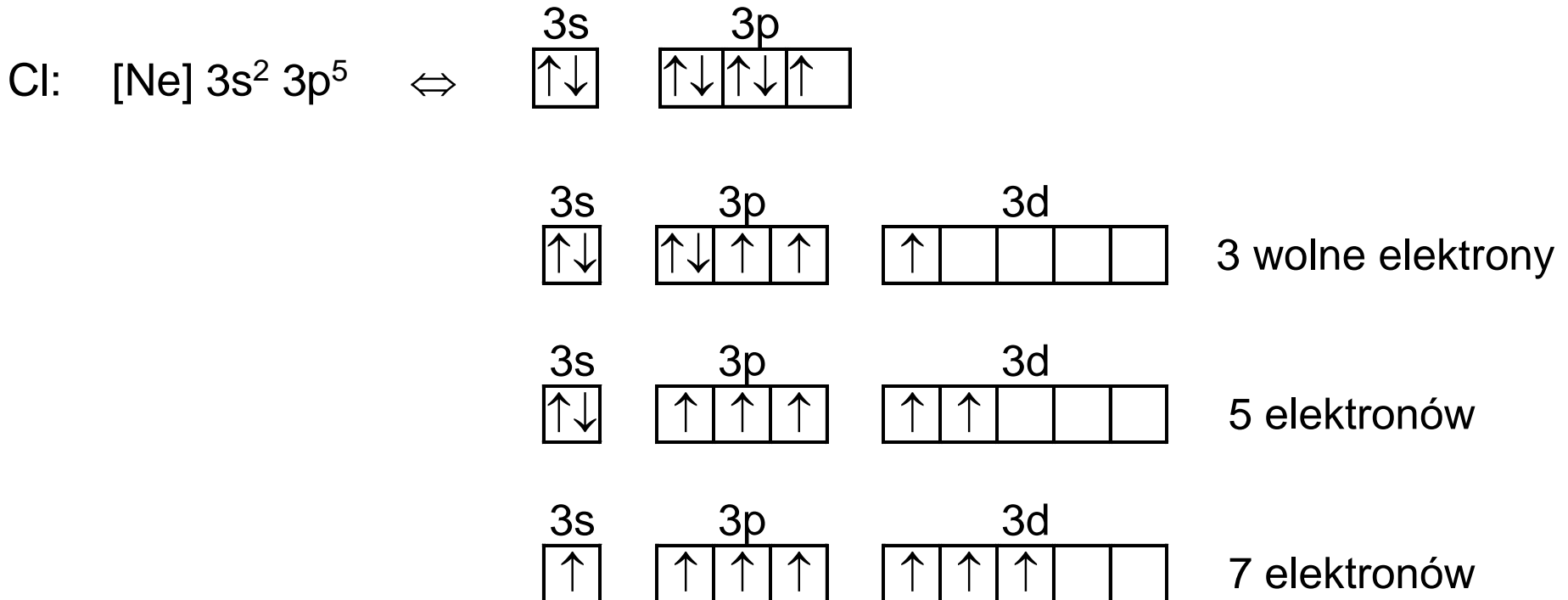


W sieci krystalicznej znajdują się rdzenie atomowe - dodatnie jony, elektrony walencyjne swobodnie poruszają się pomiędzy nimi, jest to tzn. „gaz elektronowy”.

Wiązanie takie nazywamy  
**wiązaniem metalicznym**

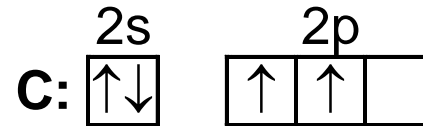


# Hybrydyzacja

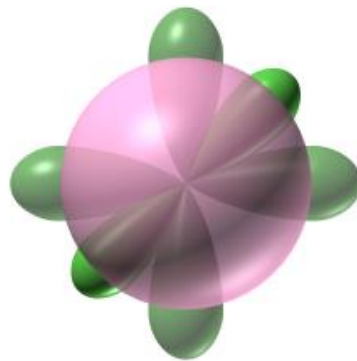
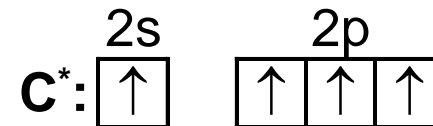


# Stany atomowe węgla

Stan podstawowy



Stan wzbudzony



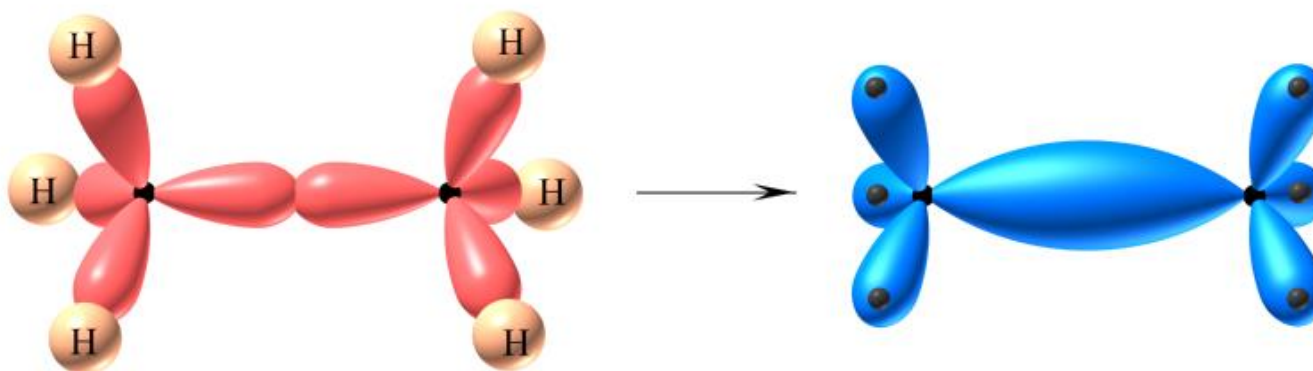
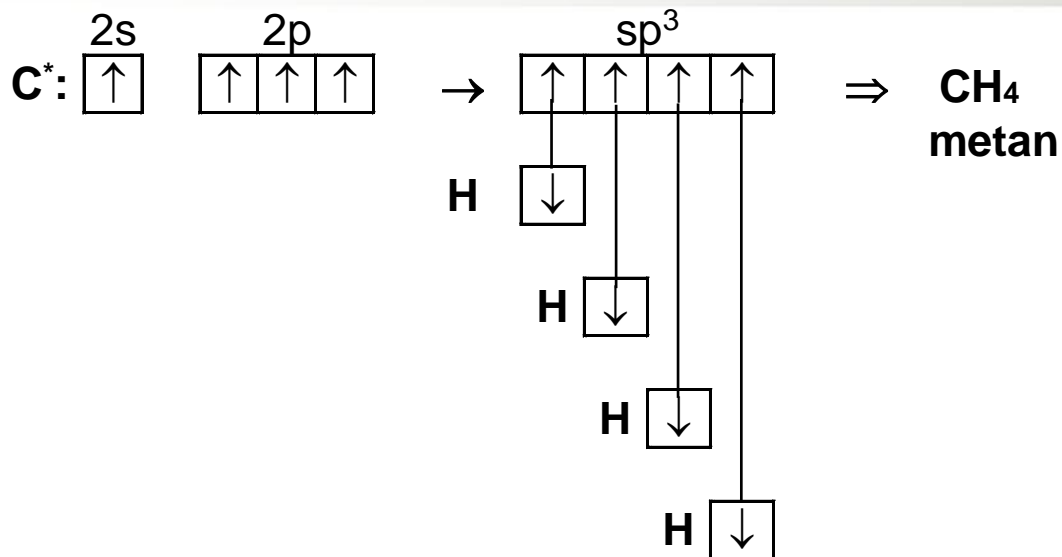
$s + 3p$



$sp^3$

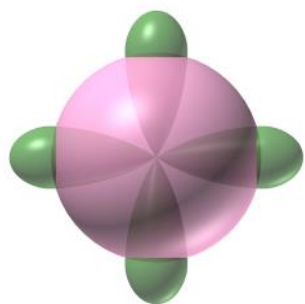
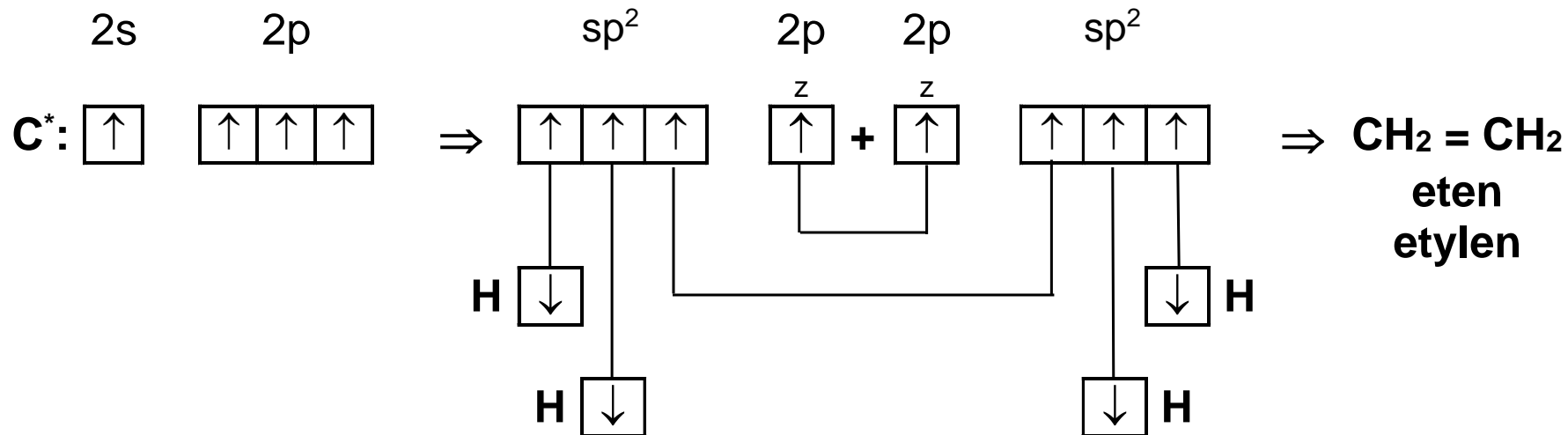
## Hybrydyzacja $sp^3$

# Hybrydyzacja $sp^3$



etan

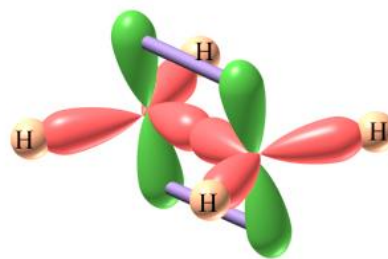
# Hybrydyzacja $sp^2$



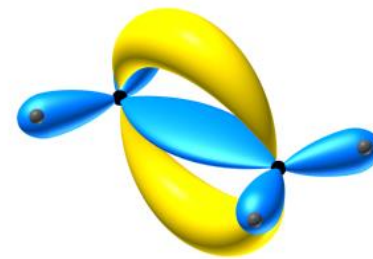
s + 2p



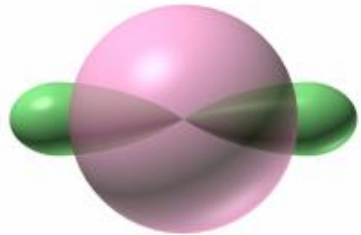
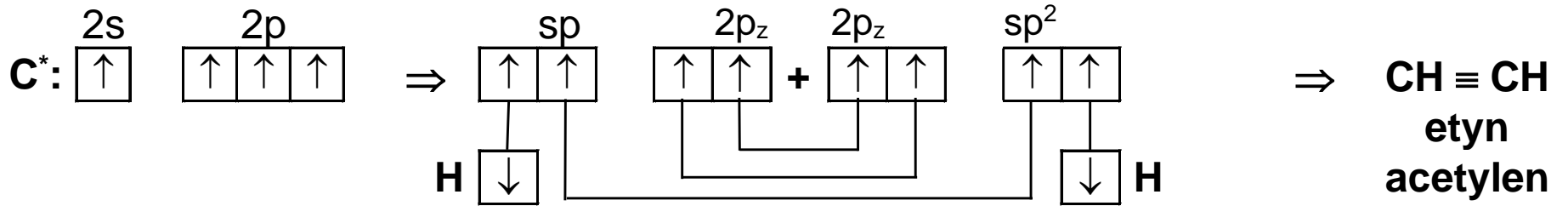
$sp^2$



eten (etylen)



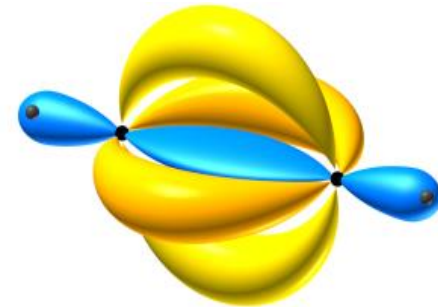
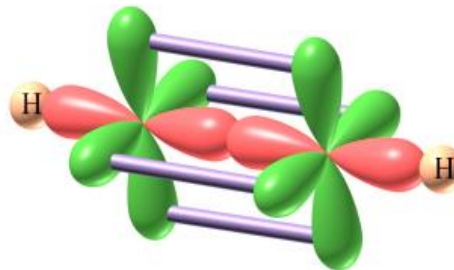
# Hybrydyzacja sp



s + p



sp



**Dziękuję za uwagę**