

LA CHIMICA ORGANICA

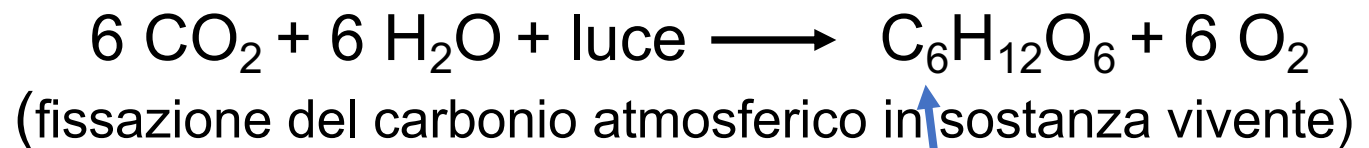
La **chimica organica** si occupa di indagare la composizione e l'organizzazione della materia vivente. Tutti i composti contenenti **carbonio** sono, con poche eccezioni, da considerarsi composti organici.

Tutte le molecole organiche contengono, oltre al **carbonio**, pochi altri elementi, tra cui **idrogeno**, **ossigeno** e **azoto**, seguiti poi da **zolfo**, **fosforo** e pochi altri ancora.

IL CARBONIO

1. è importante per la vita perché è il mattoncino essenziale di tutte le molecole che compongono gli essere viventi
2. Non esisterebbero carboidrati grassi proteine e acidi nucleici.

• **Fotosintesi**=energia luminosa in energia chimica



Il CARBONIO

3. È presente anche in altre sostanze come ad esempio il gas
4. Elemento comune, si forma in stelle di medie dimensioni come il Sole
5. In base alle condizioni di pressione, temperatura da origine alla grafite e ai diamanti
6. È il componente principale dei combustibili fossili

IL CARBONIO

È l'elemento fondamentale della biologia terrestre

Numero atomico 6

Massa atomica 12

Periodic Table of the Elements

Normal melting points are in °C.
TP = Triple Point.
Pressure is listed if not 1 atm.
Allotrope is listed if more than one allotrope.

Atomic Number Melting Point

Symbol
Name
Atomic Mass

1 1A 1A 1 H Hydrogen 1.008 -259.1	2 IIA 2A 4 Be Beryllium 9.012 1287	3 IIIA 3A 3 Li Lithium 6.941 180.5	4 IIIA 3A 11 Na Sodium 22.990 97.8	5 IIIA 3A 19 K Potassium 39.098 63.5	6 IIIA 3A 20 Ca Calcium 40.078 842	7 IIIA 3A 21 Sc Scandium 44.956 1541	8 IIIA 3A 22 Ti Titanium 47.88 1668	9 IIIA 3A 23 V Vanadium 50.942 1910	10 IIIA 3A 24 Cr Chromium 51.996 1907	11 IIIA 3A 25 Mn Manganese 54.938 1246	12 IIIA 3A 26 Fe Iron 55.933 1538	13 IIIA 3A 27 Co Cobalt 58.933 1495	14 IIIA 3A 28 Ni Nickel 58.693 1455	15 IIIA 3A 29 Cu Copper 63.546 1084.62	16 IIIA 3A 30 Zn Zinc 65.39 419.53	17 IIIA 3A 31 Ga Gallium 69.723 29.76 TP	18 IIIA 3A 32 Ge Germanium 72.61 938.25	19 IIIA 3A 33 As Arsenic 74.922 817 TP	20 IIIA 3A 34 Se Selenium 78.972 220.8	21 IIIA 3A 35 Br Bromine 79.904 -72	22 IIIA 3A 36 Kr Krypton 83.80 -157.36 TP	23 IIIA 3A 37 Rb Rubidium 84.468 39.3	24 IIIA 3A 38 Sr Strontium 87.62 777	25 IIIA 3A 39 Y Yttrium 88.906 1522	26 IIIA 3A 40 Zr Zirconium 91.224 1855	27 IIIA 3A 41 Nb Niobium 92.906 2477	28 IIIA 3A 42 Mo Molybdenum 95.95 2623	29 IIIA 3A 43 Tc Technetium 98.907 2157	30 IIIA 3A 44 Ru Ruthenium 101.07 2334	31 IIIA 3A 45 Rh Rhodium 102.906 1964	32 IIIA 3A 46 Pd Palladium 106.42 1554.8	33 IIIA 3A 47 Ag Silver 107.868 961.78	34 IIIA 3A 48 Cd Cadmium 112.411 321.07	35 IIIA 3A 49 In Indium 114.818 156.6	36 IIIA 3A 50 Sn Tin 118.71 231.93	37 IIIA 3A 51 Sb Antimony 121.760 630.63	38 IIIA 3A 52 Te Tellurium 127.6 449.51	39 IIIA 3A 53 I Iodine 126.904 113.7	40 IIIA 3A 54 Xe Xenon 131.29 -111.74 TP	41 IIIA 3A 55 Cs Cesium 132.905 28.44	42 IIIA 3A 56 Ba Barium 137.327 727	43 IIIA 3A 57-71 Lanthanide Series	44 IIIA 3A 72 Hf Hafnium 178.49 2233	45 IIIA 3A 73 Ta Tantalum 180.948 3017	46 IIIA 3A 74 W Tungsten 183.85 3422	47 IIIA 3A 75 Re Rhenium 186.207 3185	48 IIIA 3A 76 Os Osmium 190.23 3033	49 IIIA 3A 77 Ir Iridium 192.22 2446	50 IIIA 3A 78 Pt Platinum 195.08 1768.2	51 IIIA 3A 79 Au Gold 196.967 1064.18	52 IIIA 3A 80 Hg Mercury 200.59 -38.83	53 IIIA 3A 81 Tl Thallium 204.383 304	54 IIIA 3A 82 Pb Lead 207.2 327.46	55 IIIA 3A 83 Bi Bismuth 208.980 271.4	56 IIIA 3A 84 Po Polonium [209, 982] 254	57 IIIA 3A 85 At Astatine 209, 987 302	58 IIIA 3A 86 Rn Radon 222, 038 -71	59 IIIA 3A 87 Fr Francium 223, 020 27	60 IIIA 3A 88 Ra Radium 226, 025 696	61 IIIA 3A 89-103 Actinide Series	62 IIIA 3A 104 Rf Rutherfordium [261] unknown	63 IIIA 3A 105 Db Dubnium [262] unknown	64 IIIA 3A 106 Sg Seaborgium [266] unknown	65 IIIA 3A 107 Bh Bohrium [264] unknown	66 IIIA 3A 108 Hs Hassium [269] unknown	67 IIIA 3A 109 Mt Meitnerium [268] unknown	68 IIIA 3A 110 Ds Darmstadtium [269] unknown	69 IIIA 3A 111 Rg Roentgenium [272] unknown	70 IIIA 3A 112 Cn Copernicium [277] unknown	71 IIIA 3A 113 Uut Ununtrium unknown unknown	72 IIIA 3A 114 Fl Flerovium [289] unknown	73 IIIA 3A 115 Uup Ununpentium unknown unknown	74 IIIA 3A 116 Lv Livermorium [293] unknown	75 IIIA 3A 117 Uus Ununseptium unknown unknown	76 IIIA 3A 118 Uuo Ununoctium unknown unknown	77 IIIA 3A 119 Uuh Ununhennium [295] unknown	78 IIIA 3A 120 Uuq Ununquadium [296] unknown	79 IIIA 3A 121 Uus Ununseptium [297] unknown	80 IIIA 3A 122 Uuo Ununoctium [298] unknown	81 IIIA 3A 123 Uuh Ununhennium [299] unknown	82 IIIA 3A 124 Uuq Ununquadium [300] unknown	83 IIIA 3A 125 Uus Ununseptium [301] unknown	84 IIIA 3A 126 Uuo Ununoctium [302] unknown	85 IIIA 3A 127 Uuh Ununhennium [303] unknown	86 IIIA 3A 128 Uuq Ununquadium [304] unknown	87 IIIA 3A 129 Uus Ununseptium [305] unknown	88 IIIA 3A 130 Uuo Ununoctium [306] unknown	89 IIIA 3A 131 Uuh Ununhennium [307] unknown	90 IIIA 3A 132 Uuq Ununquadium [308] unknown	91 IIIA 3A 133 Uus Ununseptium [309] unknown	92 IIIA 3A 134 Uuo Ununoctium [310] unknown	93 IIIA 3A 135 Uuh Ununhennium [311] unknown	94 IIIA 3A 136 Uuq Ununquadium [312] unknown	95 IIIA 3A 137 Uus Ununseptium [313] unknown	96 IIIA 3A 138 Uuo Ununoctium [314] unknown	97 IIIA 3A 139 Uuh Ununhennium [315] unknown	98 IIIA 3A 140 Uuq Ununquadium [316] unknown	99 IIIA 3A 141 Uus Ununseptium [317] unknown	100 IIIA 3A 142 Uuo Ununoctium [318] unknown	101 IIIA 3A 143 Uuh Ununhennium [319] unknown	102 IIIA 3A 144 Uuq Ununquadium [320] unknown	103 IIIA 3A 145 Uus Ununseptium [321] unknown	104 IIIA 3A 146 Uuo Ununoctium [322] unknown	105 IIIA 3A 147 Uuh Ununhennium [323] unknown	106 IIIA 3A 148 Uuq Ununquadium [324] unknown	107 IIIA 3A 149 Uus Ununseptium [325] unknown	108 IIIA 3A 150 Uuo Ununoctium [326] unknown	109 IIIA 3A 151 Uuh Ununhennium [327] unknown	110 IIIA 3A 152 Uuq Ununquadium [328] unknown	111 IIIA 3A 153 Uus Ununseptium [329] unknown	112 IIIA 3A 154 Uuo Ununoctium [330] unknown	113 IIIA 3A 155 Uuh Ununhennium [331] unknown	114 IIIA 3A 156 Uuq Ununquadium [332] unknown	115 IIIA 3A 157 Uus Ununseptium [333] unknown	116 IIIA 3A 158 Uuo Ununoctium [334] unknown	117 IIIA 3A 159 Uuh Ununhennium [335] unknown	118 IIIA 3A 160 Uuq Ununquadium [336] unknown	119 IIIA 3A 161 Uus Ununseptium [337] unknown	120 IIIA 3A 162 Uuo Ununoctium [338] unknown	121 IIIA 3A 163 Uuh Ununhennium [339] unknown	122 IIIA 3A 164 Uuq Ununquadium [340] unknown	123 IIIA 3A 165 Uus Ununseptium [341] unknown	124 IIIA 3A 166 Uuo Ununoctium [342] unknown	125 IIIA 3A 167 Uuh Ununhennium [343] unknown	126 IIIA 3A 168 Uuq Ununquadium [344] unknown	127 IIIA 3A 169 Uus Ununseptium [345] unknown	128 IIIA 3A 170 Uuo Ununoctium [346] unknown	129 IIIA 3A 171 Uuh Ununhennium [347] unknown	130 IIIA 3A 172 Uuq Ununquadium [348] unknown	131 IIIA 3A 173 Uus Ununseptium [349] unknown	132 IIIA 3A 174 Uuo Ununoctium [350] unknown	133 IIIA 3A 175 Uuh Ununhennium [351] unknown	134 IIIA 3A 176 Uuq Ununquadium [352] unknown	135 IIIA 3A 177 Uus Ununseptium [353] unknown	136 IIIA 3A 178 Uuo Ununoctium [354] unknown	137 IIIA 3A 179 Uuh Ununhennium [355] unknown	138 IIIA 3A 180 Uuq Ununquadium [356] unknown	139 IIIA 3A 181 Uus Ununseptium [357] unknown	140 IIIA 3A 182 Uuo Ununoctium [358] unknown	141 IIIA 3A 183 Uuh Ununhennium [359] unknown	142 IIIA 3A 184 Uuq Ununquadium [360] unknown	143 IIIA 3A 185 Uus Ununseptium [361] unknown	144 IIIA 3A 186 Uuo Ununoctium [362] unknown	145 IIIA 3A 187 Uuh Ununhennium [363] unknown	146 IIIA 3A 188 Uuq Ununquadium [364] unknown	147 IIIA 3A 189 Uus Ununseptium [365] unknown	148 IIIA 3A 190 Uuo Ununoctium [366] unknown	149 IIIA 3A 191 Uuh Ununhennium [367] unknown	150 IIIA 3A 192 Uuq Ununquadium [368] unknown	151 IIIA 3A 193 Uus Ununseptium [369] unknown	152 IIIA 3A 194 Uuo Ununoctium [370] unknown	153 IIIA 3A 195 Uuh Ununhennium [371] unknown	154 IIIA 3A 196 Uuq Ununquadium [372] unknown	155 IIIA 3A 197 Uus Ununseptium [373] unknown	156 IIIA 3A 198 Uuo Ununoctium [374] unknown	157 IIIA 3A 199 Uuh Ununhennium [375] unknown	158 IIIA 3A 200 Uuq Ununquadium [376] unknown	159 IIIA 3A 201 Uus Ununseptium [377] unknown	160 IIIA 3A 202 Uuo Ununoctium [378] unknown	161 IIIA 3A 203 Uuh Ununhennium [379] unknown	162 IIIA 3A 204 Uuq Ununquadium [380] unknown	163 IIIA 3A 205 Uus Ununseptium [381] unknown	164 IIIA 3A 206 Uuo Ununoctium [382] unknown	165 IIIA 3A 207 Uuh Ununhennium [383] unknown	166 IIIA 3A 208 Uuq Ununquadium [384] unknown	167 IIIA 3A 209 Uus Ununseptium [385] unknown	168 IIIA 3A 210 Uuo Ununoctium [386] unknown	169 IIIA 3A 211 Uuh Ununhennium [387] unknown	170 IIIA 3A 212 Uuq Ununquadium [388] unknown	171 IIIA 3A 213 Uus Ununseptium [389] unknown	172 IIIA 3A 214 Uuo Ununoctium [390] unknown	173 IIIA 3A 215 Uuh Ununhennium [391] unknown	174 IIIA 3A 216 Uuq Ununquadium [392] unknown	175 IIIA 3A 217 Uus Ununseptium [393] unknown	176 IIIA 3A 218 Uuo Ununoctium [394] unknown	177 IIIA 3A 219 Uuh Ununhennium [395] unknown	178 IIIA 3A 220 Uuq Ununquadium [396] unknown	179 IIIA 3A 221 Uus Ununseptium [397] unknown	180 IIIA 3A 222 Uuo Ununoctium [398] unknown	181 IIIA 3A 223 Uuh Ununhennium [399] unknown	182 IIIA 3A 224 Uuq Ununquadium [400] unknown	183 IIIA 3A 225 Uus Ununseptium [401] unknown	184 IIIA 3A 226 Uuo Ununoctium [402] unknown	185 IIIA 3A 227 Uuh Ununhennium [403] unknown	186 IIIA 3A 228 Uuq Ununquadium [404] unknown	187 IIIA 3A 229 Uus Ununseptium [405] unknown	188 IIIA 3A 230 Uuo Ununoctium [406] unknown	189 IIIA 3A 231 Uuh Ununhennium [407] unknown	190 IIIA 3A 232 Uuq Ununquadium [408] unknown	191 IIIA 3A 233 Uus Ununseptium [409] unknown	192 IIIA 3A 234 Uuo Ununoctium [410] unknown	193 IIIA 3A 235 Uuh Ununhennium [411] unknown	194 IIIA 3A 236 Uuq Ununquadium [412] unknown	195 IIIA 3A 237 Uus Ununseptium [413] unknown	196 IIIA 3A 238 Uuo Ununoctium [414] unknown	197 IIIA 3A 239 Uuh Ununhennium [415] unknown	198 IIIA 3A 240 Uuq Ununquadium [416] unknown	199 IIIA 3A 241 Uus Ununseptium [417] unknown	200 IIIA 3A 242 Uuo Ununoctium [418] unknown	201 IIIA 3A 243 Uuh Ununhennium [419] unknown	202 IIIA 3A 244 Uuq Ununquadium [420] unknown	203 IIIA 3A 245 Uus Ununseptium [421] unknown	204 IIIA 3A 246 Uuo Ununoctium [422] unknown	205 IIIA 3A 247 Uuh Ununhennium [423] unknown	206 IIIA 3A 248 Uuq Ununquadium [424] unknown	207 IIIA 3A 249 Uus Ununseptium [425] unknown	208 IIIA 3A 250 Uuo Ununoctium [426] unknown	209 IIIA 3A 251 Uuh Ununhennium [427] unknown	210 IIIA 3A 252 Uuq Ununquadium [428] unknown	211 IIIA 3A 253 Uus Ununseptium [429] unknown	212 IIIA 3A 254 Uuo Ununoctium [430] unknown	213 IIIA 3A 255 Uuh Ununhennium [431] unknown	214 IIIA 3A 256 Uuq Ununquadium [432] unknown	215 IIIA 3A 257 Uus Ununseptium [433] unknown	216 IIIA 3A 258 Uuo Ununoctium [434] unknown	217 IIIA 3A 259 Uuh Ununhennium [435] unknown	218 IIIA 3A 260 Uuq Ununquadium [436] unknown	219 IIIA 3A 261 Uus Ununseptium [437] unknown	220 IIIA 3A 262 Uuo Ununoctium [438] unknown	221 IIIA 3A 263 Uuh Ununhennium [439] unknown	222 IIIA 3A 264 Uuq Ununquadium [440] unknown	223 IIIA 3A 265 Uus Ununseptium [441] unknown	224 IIIA 3A 266 Uuo Ununoctium [442] unknown	225 IIIA 3A 267 Uuh Ununhennium [443] unknown	226 IIIA 3A 268 Uuq Ununquadium [444] unknown	227 IIIA 3A 269 Uus Ununseptium [445] unknown	228 IIIA 3A 270 Uuo Ununoctium [446] unknown	229 IIIA 3A 271 Uuh Ununhennium [447] unknown	230 IIIA 3A 272 Uuq Ununquadium [448] unknown	231 IIIA 3A 273 Uus Ununseptium [449] unknown	232 IIIA 3A 274 Uuo Ununoctium [450] unknown	233 IIIA 3A 275 Uuh Ununhennium [451] unknown	234 IIIA 3A 276 Uuq Ununquadium [452] unknown	235 IIIA 3A 277 Uus Ununseptium [453] unknown	236 IIIA 3A 278 Uuo Ununoctium [454] unknown	237 IIIA 3A 279 Uuh Ununhennium [455] unknown	238 IIIA 3A 280 Uuq Ununquadium [456] unknown	239 IIIA 3A 281 Uus Ununseptium [457] unknown	240 IIIA 3A 282 Uuo Ununoctium [458] unknown	241 IIIA 3A 283 Uuh Ununhennium [459] unknown	242 IIIA 3A 284 Uuq Ununquadium [460] unknown	243 IIIA 3A 285 Uus Ununseptium [461] unknown	244 IIIA 3A 286 Uuo Ununoctium [462] unknown	245 IIIA 3A 287 Uuh Ununhennium [463] unknown	246 IIIA 3A 288 Uuq Ununquadium [464] unknown	247 IIIA 3A 289 Uus Ununseptium [465] unknown	248 IIIA 3A 290 Uuo Ununoctium [466] unknown	249 IIIA 3A 291 Uuh Ununhennium [467] unknown	250 IIIA 3A 292 Uuq Ununquadium [468] unknown	251 IIIA 3A 293 Uus Ununseptium [469] unknown	252 IIIA 3A 294 Uuo Ununoctium [470] unknown	253 IIIA 3A 295 Uuh Ununhennium [471] unknown	254 IIIA 3A 296 Uuq Ununquadium [472] unknown	255 IIIA 3A 297 Uus Ununseptium [473] unknown	256 IIIA 3A 298 Uuo Ununoctium [474] unknown	257 IIIA 3A 299 Uuh Ununhennium [475] unknown	258 IIIA 3A 300 Uuq Ununquadium [476] unknown	259 IIIA 3A 301 Uus Ununseptium [477] unknown	260 IIIA 3A 302 Uuo Ununoctium [478] unknown	261 IIIA 3A 303 Uuh Ununhennium [479] unknown	262 IIIA 3A 304 Uuq Ununquadium [480] unknown	263 IIIA 3A 305 Uus Ununseptium [481] unknown	264 IIIA 3A 306 Uuo Ununoctium [482] unknown	265 IIIA 3A 307 Uuh Ununhennium [483] unknown	266 IIIA 3A 308 Uuq Ununquadium [484] unknown	267 IIIA 3A 309 Uus Ununseptium [485] unknown	268 IIIA 3A 310 Uuo Ununoctium [486] unknown	269 IIIA 3A 311 Uuh Ununhennium [487] unknown	270 IIIA 3A 312 Uuq Ununquadium [488] unknown	271 IIIA 3A 313 Uus Ununseptium [489] unknown	272 IIIA 3A 314 Uuo Ununoctium [490] unknown	273 IIIA 3A 315 Uuh Ununhennium [491] unknown	274 IIIA 3A 316 Uuq Ununquadium [492] unknown	275 IIIA 3A 317 Uus Ununseptium [493] unknown	276 IIIA 3A 318 Uuo Ununoctium [494] unknown	277 IIIA 3A 319 Uuh Ununhennium [495] unknown	278 IIIA 3A 320 Uuq Ununquadium [496] unknown	279 IIIA 3A 321 Uus Ununseptium [497] unknown	280 IIIA 3A 322 Uuo Ununoctium [498] unknown	281 IIIA 3A 323 Uuh Ununhennium [499] unknown	282 IIIA 3A 324 Uuq Ununquadium [500] unknown	283 IIIA 3A 325 Uus Ununseptium [501] unknown	284 IIIA 3A 326 Uuo Ununoctium [502] unknown	285 IIIA 3A 327 Uuh Ununhennium [503] unknown	286 IIIA 3A 328 Uuq Ununquadium [504] unknown	287 IIIA 3A 329 Uus Ununseptium [505] unknown	288 IIIA 3A 330 Uuo Ununoctium [506] unknown	289 IIIA 3A 331 Uuh Ununhennium [507] unknown	290 IIIA 3A 332 Uuq Ununquadium [508] unknown	291 IIIA 3A 333 Uus Ununseptium [509] unknown	292 IIIA 3A 334 Uuo Ununoctium [510] unknown	293 IIIA 3A 335 Uuh Ununhennium [511] unknown	294 IIIA 3A 336 Uuq Ununquadium [512] unknown	295 IIIA 3A 337 Uus
--	---	---	---	---	---	---	--	--	--	---	--	--	--	---	---	---	--	---	---	--	--	--	---	--	---	---	---	--	---	--	---	---	--	--	---	---	--	---	---	--	--	--	---	---	---	--	--	---	--	--	---	--	---	---	---	---	--	--	---	---	--	--	---	--	--	---	---	--	--	---	--	---	--	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	--	---------------------------------

IL CARBONIO

È l'elemento fondamentale della biologia terrestre

Numero atomico 6

Massa atomica 12

Periodic Table of the Elements

Normal melting points are in °C.
TP = Triple Point.
Pressure is listed if not 1 atm.
Allotrope is listed if more than one allotrope.

Atomic Number Melting Point

Symbol
Name
Atomic Mass

1 1A 1A 1 H Hydrogen 1.008 -259.1

2 2A 2A 2 He Helium 4.001 -272.20 (1.15 MPa)

3 1A 3A 3 Li Lithium 6.941 180.5

4 2A 4A 4 Be Beryllium 9.012 1287

5 3A 5A 5 B Boron 10.811 2075

6 4A 6A 6 C Carbon 12.011 graphite 4489 TP (10.1 MPa)

7 5A 7A 7 N Nitrogen 14.007 -210

8 6A 8A 8 O Oxygen 15.999 -218.79

9 7A 9A 9 F Fluorine 18.998 -239.67 TP

10 8A 10A 10 Ne Neon 20.180 -248.509 TP (10.1 MPa)

11 1B 11A 11 Na Sodium 22.990 97.8

12 2B 12A 12 Mg Magnesium 24.305 650

13 3B 13A 13 Al Aluminum 26.982 933.25

14 4B 14A 14 Si Silicon 28.086 1414

15 5B 15A 15 P Phosphorus 30.974 441.15

16 6B 16A 16 S Sulfur 32.066 115.21

17 7B 17A 17 Cl Chlorine 35.453 -101.5

18 8B 18A 18 Ar Argon 39.948 -189.36 TP (10.1 MPa)

19 1B 19A 19 K Potassium 39.098 63.5

20 2B 20A 20 Ca Calcium 40.078 842

21 3B 21A 21 Sc Scandium 44.956 1541

22 4B 22A 22 Ti Titanium 47.88 1668

23 5B 23A 23 V Vanadium 50.942 1910

24 6B 24A 24 Cr Chromium 51.996 1907

25 7B 25A 25 Mn Manganese 54.938 1246

26 8B 26A 26 Fe Iron 55.933 1538

27 9B 27A 27 Co Cobalt 58.933 1495

28 10B 28A 28 Ni Nickel 58.693 1455

29 11B 29A 29 Cu Copper 63.546 1084.62

30 12B 30A 30 Zn Zinc 65.39 419.53

31 13B 31A 31 Ga Gallium 69.723 29.76 TP

32 14B 32A 32 Ge Germanium 72.61 938.25

33 15B 33A 33 As Arsenic 74.922 817 TP (10.1 MPa)

34 16B 34A 34 Se Selenium 78.972 220.8

35 17B 35A 35 Br Bromine 79.904 -7.2

36 18B 36A 36 Kr Krypton 83.80 -157.38 TP (10.1 MPa)

37 1B 37A 37 Rb Rubidium 85.468 39.3

38 2B 38A 38 Sr Strontium 87.62 777

39 3B 39A 39 Y Yttrium 88.906 1522

40 4B 40A 40 Zr Zirconium 91.224 1855

41 5B 41A 41 Nb Niobium 92.906 2477

42 6B 42A 42 Mo Molybdenum 95.94 2623

43 7B 43A 43 Tc Technetium 98 2157

44 8B 44A 44 Ru Ruthenium 101.07 2334

45 9B 45A 45 Rh Rhodium 102.905 1964

46 10B 46A 46 Pd Palladium 106.42 1554.8

47 11B 47A 47 Ag Silver 107.868 961.78

48 12B 48A 48 Cd Cadmium 112.411 321.07

49 13B 49A 49 In Indium 114.818 156.6

50 14B 50A 50 Sn Tin 118.710 231.93

51 15B 51A 51 Sb Antimony 121.757 630.63

52 16B 52A 52 Te Tellurium 127.6 449.51

53 17B 53A 53 I Iodine 126.905 113.7

54 18B 54A 54 Xe Xenon 131.29 -111.74 TP (10.1 MPa)

55 1B 55A 55 Cs Cesium 132.905 28.44

56 2B 56A 56 Ba Barium 137.327 727

57 3B 57A 57 La Lanthanum 138.905 912

58 4B 58A 58 Ce Cerium 140.12 799

59 5B 59A 59 Pr Praseodymium 140.908 935

60 6B 60A 60 Nd Neodymium 144.24 912.5

61 7B 61A 61 Pm Promethium 144.9126 913

62 8B 62A 62 Sm Samarium 150.36 799.4

63 9B 63A 63 Eu Europium 151.964 822

64 10B 64A 64 Gd Gadolinium 157.25 1312

65 11B 65A 65 Tb Terbium 158.925 1362

66 12B 66A 66 Dy Dysprosium 162.50 1359

67 13B 67A 67 Ho Holmium 164.930 1347

68 14B 68A 68 Er Erbium 167.259 1329

69 15B 69A 69 Tm Thulium 168.930 1344

70 16B 70A 70 Yb Ytterbium 173.054 1369

71 17B 71A 71 Lu Lutetium 174.967 1663

72 18B 72A 72 Hf Hafnium 178.49 1554

73 19B 73A 73 Ta Tantalum 180.948 2996

74 20B 74A 74 W Tungsten 183.84 3410

75 21B 75A 75 Re Rhenium 186.207 3180

76 22B 76A 76 Os Osmium 190.23 3047

77 23B 77A 77 Ir Iridium 192.222 2446

78 24B 78A 78 Pt Platinum 195.084 2041

79 25B 79A 79 Au Gold 196.967 1063

80 26B 80A 80 Hg Mercury 200.59 234.3

81 27B 81A 81 Tl Thallium 204.38 304

82 28B 82A 82 Pb Lead 207.2 625.36

83 29B 83A 83 Bi Bismuth 208.980 271.5

84 30B 84A 84 Po Polonium 209 253.8

85 31B 85A 85 At Astatine 210 302

86 32B 86A 86 Rn Radon 222 210

87 33B 87A 87 Fr Francium 223 210

88 34B 88A 88 Ra Radium 226 210

89 35B 89A 89 Ac Actinium 227 210

90 36B 90A 90 Th Thorium 232.038 1781

91 37B 91A 91 Pa Protactinium 231.036 1523

92 38B 92A 92 U Uranium 238.029 2840

93 39B 93A 93 Np Neptunium 237.048 2369

94 40B 94A 94 Pu Plutonium 244.064 2334

95 41B 95A 95 Am Americium 243.061 2343

96 42B 96A 96 Cm Curium 247.070 2370

97 43B 97A 97 Bk Berkelium 247.070 2370

98 44B 98A 98 Cf Californium 251.080 2310

99 45B 99A 99 Es Einsteinium 252.083 252

100 46B 100A 100 Fm Fermium 257.095 257

101 47B 101A 101 Md Mendelevium 258 258

102 48B 102A 102 No Nobelium 259 259

103 49B 103A 103 Lr Lawrencium 262 262

104 50B 104A 104 Rf Rutherfordium 261 261

105 51B 105A 105 Db Dubnium 262 262

106 52B 106A 106 Sg Seaborgium 266 266

107 53B 107A 107 Bh Bohrium 264 264

108 54B 108A 108 Hs Hassium 277 277

109 55B 109A 109 Mt Meitnerium 268 268

110 56B 110A 110 Ds Darmstadtium 271 271

111 57B 111A 111 Rg Roentgenium 272 272

112 58B 112A 112 Cop Copernicium 285 285

113 59B 113A 113 Nh Nihonium 284 284

114 60B 114A 114 Fl Flerovium 289 289

115 61B 115A 115 Lv Livermorium 293 293

116 62B 116A 116 Ts Tennessine 294 294

117 63B 117A 117 Og Oganesson 294 294

118 64B 118A 118 Uue Ununseptium 298 298

119 65B 119A 119 Uuh Ununoctium 299 299

120 66B 120A 120 Uu Unbihexium 304 304

121 67B 121A 121 Uub Unbium 304 304

122 68B 122A 122 Uut Untrium 309 309

123 69B 123A 123 Uuq Unquadium 311 311

124 70B 124A 124 Uuq Unquadium 311 311

125 71B 125A 125 Uuq Unquadium 311 311

126 72B 126A 126 Uuq Unquadium 311 311

127 73B 127A 127 Uuq Unquadium 311 311

128 74B 128A 128 Uuq Unquadium 311 311

129 75B 129A 129 Uuq Unquadium 311 311

130 76B 130A 130 Uuq Unquadium 311 311

131 77B 131A 131 Uuq Unquadium 311 311

132 78B 132A 132 Uuq Unquadium 311 311

133 79B 133A 133 Uuq Unquadium 311 311

134 80B 134A 134 Uuq Unquadium 311 311

135 81B 135A 135 Uuq Unquadium 311 311

136 82B 136A 136 Uuq Unquadium 311 311

137 83B 137A 137 Uuq Unquadium 311 311

138 84B 138A 138 Uuq Unquadium 311 311

139 85B 139A 139 Uuq Unquadium 311 311

140 86B 140A 140 Uuq Unquadium 311 311

141 87B 141A 141 Uuq Unquadium 311 311

142 88B 142A 142 Uuq Unquadium 311 311

143 89B 143A 143 Uuq Unquadium 311 311

144 90B 144A 144 Uuq Unquadium 311 311

145 91B 145A 145 Uuq Unquadium 311 311

146 92B 146A 146 Uuq Unquadium 311 311

147 93B 147A 147 Uuq Unquadium 311 311

148 94B 148A 148 Uuq Unquadium 311 311

149 95B 149A 149 Uuq Unquadium 311 311

150 96B 150A 150 Uuq Unquadium 311 311

151 97B 151A 151 Uuq Unquadium 311 311

152 98B 152A 152 Uuq Unquadium 311 311

153 99B 153A 153 Uuq Unquadium 311 311

154 100B 154A 154 Uuq Unquadium 311 311

155 101B 155A 155 Uuq Unquadium 311 311

156 102B 156A 156 Uuq Unquadium 311 311

157 103B 157A 157 Uuq Unquadium 311 311

158 104B 158A 158 Uuq Unquadium 311 311

159 105B 159A 159 Uuq Unquadium 311 311

160 106B 160A 160 Uuq Unquadium 311 311

161 107B 161A 161 Uuq Unquadium 311 311

162 108B 162A 162 Uuq Unquadium 311 311

163 109B 163A 163 Uuq Unquadium 311 311

164 110B 164A 164 Uuq Unquadium 311 311

165 111B 165A 165 Uuq Unquadium 311 311

166 112B 166A 166 Uuq Unquadium 311 311

167 113B 167A 167 Uuq Unquadium 311 311

168 114B 168A 168 Uuq Unquadium 311 311

169 115B 169A 169 Uuq Unquadium 311 311

170 116B 170A 170 Uuq Unquadium 311 311

171 117B 171A 171 Uuq Unquadium 311 311

172 118B 172A 172 Uuq Unquadium 311 311

173 119B 173A 173 Uuq Unquadium 311 311

174 120B 174A 174 Uuq Unquadium 311 311

175 121B 175A 175 Uuq Unquadium 311 311

176 122B 176A 176 Uuq Unquadium 311 311

177 123B 177A 177 Uuq Unquadium 311 311

178 124B 178A 178 Uuq Unquadium 311 311

179 125B 179A 179 Uuq Unquadium 311 311

180 126B 180A 180 Uuq Unquadium 311 311

181 127B 181A 181 Uuq Unquadium 311 311

182 128B 182A 182 Uuq Unquadium 311 311

183 129B 183A 183 Uuq Unquadium 311 311

184 130B 184A 184 Uuq Unquadium 311 311

185 131B 185A 185 Uuq Unquadium 311 311

186 132B 186A 186 Uuq Unquadium 311 311

187 133B 187A 187 Uuq Unquadium 311 311

188 134B 188A 188 Uuq Unquadium 311 311

189 135B 189A 189 Uuq Unquadium 311 311

190 136B 190A 190 Uuq Unquadium 311 311

191 137B 191A 191 Uuq Unquadium 311 311

192 138B 192A 192 Uuq Unquadium 311 311

193 139B 193A 193 Uuq Unquadium 311 311

194 140B 194A 194 Uuq Unquadium 311 311

195 141B 195A 195 Uuq Unquadium 311 311

196 142B 196A 196 Uuq Unquadium 311 311

197 143B 197A 197 Uuq Unquadium 311 311

198 144B 198A 198 Uuq Unquadium 311 311

199 145B 199A 199 Uuq Unquadium 311 311

200 146B 200A 200 Uuq Unquadium 311 311

201 147B 201A 201 Uuq Unquadium 311 311

202 148B 202A 202 Uuq Unquadium 311 311

203 149B 203A 203 Uuq Unquadium 311 311

204 150B 204A 204 Uuq Unquadium 311 311

205 151B 205A 205 Uuq Unquadium 311 311

206 152B 206A 206 Uuq Unquadium 311 311

207 153B 207A 207 Uuq Unquadium 311 311

208 154B 208A 208 Uuq Unquadium 311 311

209 155B 209A 209 Uuq Unquadium 311 311

210 156B 210A 210 Uuq Unquadium 311 311

211 157B 211A 211 Uuq Unquadium 311 311

212 158B 212A 212 Uuq Unquadium 311 311

213 159B 213A 213 Uuq Unquadium 311 311

214 160B 214A 214 Uuq Unquadium 311 311

215 161B 215A 215 Uuq Unquadium 311 311

216 162B 216A 216 Uuq Unquadium 311 311

217 163B 217A 217 Uuq Unquadium 311 311

218 164B 218A 218 Uuq Unquadium 311 311

219 165B 219A 219 Uuq Unquadium 311 311

220 166B 220A 220 Uuq Unquadium 311 311

221 167B 221A 221 Uuq Unquadium 311 311

222 168B 222A 222 Uuq Unquadium 311 311

223 169B 223A 223 Uuq Unquadium 311 311

224 170B 224A 224 Uuq Unquadium 311 311

225 171B 225A 225 Uuq Unquadium 311 311

226 172B 226A 226 Uuq Unquadium 311 311

227 173B 227A 227 Uuq Unquadium 311 311

228 174B 228A 228 Uuq Unquadium 311 311

229 175B 229A 229 Uuq Unquadium 311 311

230 176B 230A 230 Uuq Unquadium 311 311

231 177B 231A 231 Uuq Unquadium 311 311

232 178B 232A 232 Uuq Unquadium 311 311

233 179B 233A 233 Uuq Unquadium 311 311

234 180B 234A 234 Uuq Unquadium 311 311

235 181B 235A 235 Uuq Unquadium 311 311

236 182B 236A 236 Uuq Unquadium 311 311

237 183B 237A 237 Uuq Unquadium 311 311

238 184B 238A 238 Uuq Unquadium 311 311

239 185B 239A 239 Uuq Unquadium 311 311

240 186B 240A 240 Uuq Unquadium 311 311

241 187B 241A 241 Uuq Unquadium 311 311

242 188B 242A 242 Uuq Unquadium 311 311

243 189B 243A 243 Uuq Unquadium 311 311

244 190B 244A 244 Uuq Unquadium 311 311

245 191B 245A 245 Uuq Unquadium 311 311

246 192B 246A 246 Uuq Unquadium 311 311

247 193B 247A 247 Uuq Unquadium 311 311

248 194B 248A 248 Uuq Unquadium 311 311

249 195B 249A 249 Uuq Unquadium 311 311

250 196B 250A 250 Uuq Unquadium 311 311

251 197B 251A 251 Uuq Unquadium 311 311

252 198B 252A 252 Uuq Unquadium 311 311

253 199B 253A 253 Uuq Unquadium 311 311

254 200B 254A 254 Uuq Unquadium 311 311

255 201B 255A 255 Uuq Unquadium 311 311

256 202B 256A 256 Uuq Unquadium 311 311

257 203B 257A 257 Uuq Unquadium 311 311

258 204B 258A 258 Uuq Unquadium 311 311

259 205B 259A 259 Uuq Unquadium 311 311

260 206B 260A 260 Uuq Unquadium 311 311

261 207B 261A 261 Uuq Unquadium 311 311

262 208B 262A 262 Uuq Unquadium 311 311

263 209B 263A 263 Uuq Unquadium 311 311

264 210B 264A 264 Uuq Unquadium 311 311

265 211B 265A 265 Uuq Unquadium 311 311

266 212B 266A 266 Uuq Unquadium 311 311

267 213B 267A 267 Uuq Unquadium 311 311

268 214B 268A 268 Uuq Unquadium 311 311

269 215B 269A 269 Uuq Unquadium 311 311

270 216B 270A 270 Uuq Unquadium 311 311

271 217B 271A 271 Uuq Unquadium 311 311

272 218B 272A 272 Uuq Unquadium 311 311

273 219B 273A 273 Uuq Unquadium 311 311

274 220B 274A 274 Uuq Unquadium 311 311

275 221B 275A 275 Uuq Unquadium 311 311

276 222B 276A 276 Uuq Unquadium 311 311

277 223B 277A 277 Uuq Unquadium 311 311

278 224B 278A 278 Uuq Unquadium 311 311

279 225B 279A 279 Uuq Unquadium 311 311

280 226B 280A 280 Uuq Unquadium 311 311

281 227B 281A 281 Uuq Unquadium 311 311

282 228B 282A 282 Uuq Unquadium 311 311

283 229B 283A 283 Uuq Unquadium 311 311

284 230B 284A 284 Uuq Unquadium 311 311

285 231B 285A 285 Uuq Unquadium 311 311

286 232B 286A 286 Uuq Unquadium 311 311

287 233B 287A 287 Uuq Unquadium 311 311

288 234B 288A 288 Uuq Unquadium 311 311

289 235B 289A 289 Uuq Unquadium 311 311

290 236B 290A 290 Uuq Unquadium 311 311

291 237B 291A 291 Uuq Unquadium 311 311

292 238B 292A 292 Uuq Unquadium 311 311

293 239B 293A 293 Uuq Unquadium 311 311

294 240B 294A 294 Uuq Unquadium 311 311

295 241B 295A 295 Uuq Unquadium 311 311

296 242B 296A 296 Uuq Unquadium 311 311

297 243B 297A 297 Uuq Unquadium 311 311

298 244B 298A 298 Uuq Unquadium 311 311

299 245B 299A 299 Uuq Unquadium 311 311

300 246B 300A 300 Uuq Unquadium 311 311

301 247B 301A 301 Uuq Unquadium 311 311

302 248B 302A 302 Uuq Unquadium 311 311

303 249B 303A 303 Uuq Unquadium 311 311

304 250B 304A 304 Uuq Unquadium 311 311

305 251B 305A 305 Uuq Unquadium 311 311

306 252B 306A 306 Uuq Unquadium 311 311

307 253B 307A 307 Uuq Unquadium 311 311

308 254B 308A 308 Uuq Unquadium 311 311

309 255B 309A 309 Uuq Unquadium 311 311

310 256B 310A 310 Uuq Unquadium 311 311

311 257B 311A 311 Uuq Unquadium 311 311

312 258B 312A 312 Uuq Unquadium 311 311

313 259B 313A 313 Uuq Unquadium 311 311

314 260B 314A 314 Uuq Unquadium 311 311

315 261B 315A 315 Uuq Unquadium 311 311

316 262B 316A 316 Uuq Unquadium 311 311

317 263B 317A 317 Uuq Unquadium 311 311

318 264B 318A 318 Uuq Unquadium 311 311

319 265B 319A 319 Uuq Unquadium 311 311

320 266B 320A 320 Uuq Unquadium 311 311

321 267B 321A 321 Uuq Unquadium 311 311

322 268B 322A 322 Uuq Unquadium 311 311

323 269B 323A 323 Uuq Unquadium 311 311

324 270B 324A 324 Uuq Unquadium 311 311

325 271B 325A 325 Uuq Unquadium 311 311

326 272B 326A 326 Uuq Unquadium 311 311

327 273B 327A 327 Uuq Unquadium 311 311

328 274B 328A 328 Uuq Unquadium 311 311

329 275B 329A 329 Uuq Unquadium 311 311

330 276B 330A 330 Uuq Unquadium 311 311

331 277B 331A 331 Uuq Unquadium 311 311

332 278B 332A 332 Uuq Unquadium 311 311

333 279B 333A 333 Uuq Unquadium 311 311

334 280B 334A 334 Uuq Unquadium 311 311

335 281B 335A 335 Uuq Unquadium 311 311

336 282B 336A 336 Uuq Unquadium 311 311

337 283B 337A 337 Uuq Unquadium 311 311

338 284B 338A 338 Uuq Unquadium 311 311

339 285B 339A 339 Uuq Unquadium 311 311

340 286B 340A 340 Uuq Unquadium 311 311

341 287B 341A 341 Uuq Unquadium 311 311

342 288B 342A 342 Uuq Unquadium 311 311

343 289B 343A 343 Uuq Unquadium 311 311

344 290B 344A 344 Uuq Unquadium 311 311

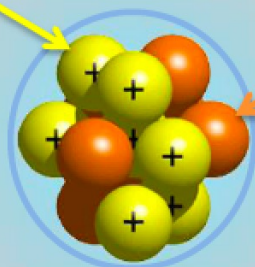
345 291B 345A 345 Uuq Unquadium 311 311

346 292B 34

La struttura dell'atomo

PROTONI carichi positivamente

NEUTRONI privi di carica



Allo stato fondamentale
l'atomo è **NEUTRO**

N° PROTONI = N° ELETTRONI

ELETTRONI carichi negativamente

Protoni e **neutroni** hanno più o meno la stessa massa che è circa 1800 volte più grande di quella degli **elettroni**. La maggior parte della massa dell'atomo è nel nucleo.

La maggior parte del volume di un atomo è occupata dagli **elettroni**.

Il **numero atomico** corrisponde al numero di **protoni** di un atomo, le particelle a **carica positiva** situate nel suo nucleo. Ad ogni numero atomico corrisponde un diverso elemento. Grazie a questa caratteristica, gli elementi chimici sono collocati sulla tavola periodica secondo ordine crescente del numero atomico.

Gli **elettroni** sono le particelle a **carica negativa** disposte attorno al nucleo e determinano le proprietà chimiche dell'elemento.

Isotopes

- The isotope of an element has:
 - the same number of protons
 - a different number of neutrons
- The number of protons fixes the element!
 - Protons and neutrons are called **nucleons**

Il Carbonio ha **3** isotopi:

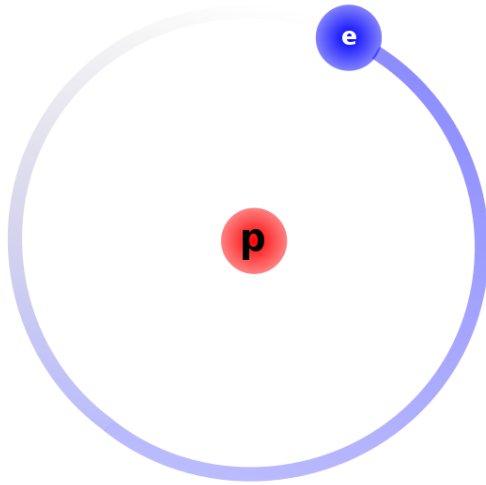
Carbonio 12 $6p + 6n$ (stabile)

Carbonio 13 $6p + 7n$

Carbonio 14 $6p + 8n$ (radioattivo)

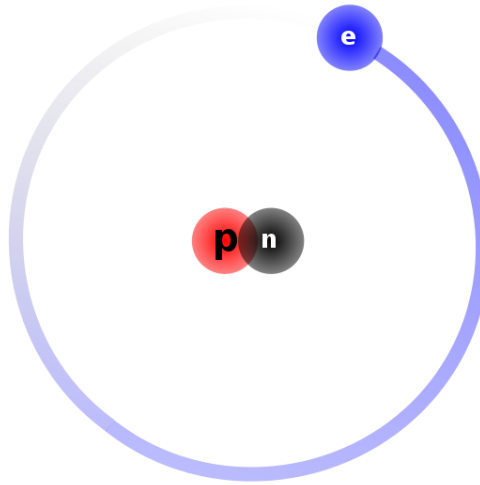
Il numero di Neutroni influenza la massa atomica ma non la specie chimica

Hydrogen: Three Isotopes



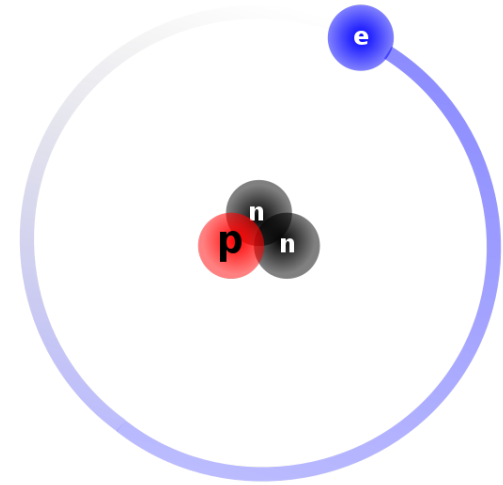
Protium

Stable



Deuterium

stable



Tritium

unstable

(Radioactive)



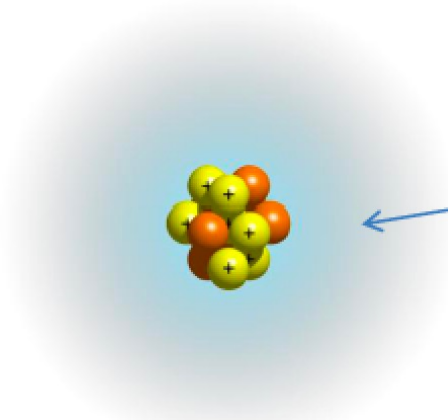
Gli ELETTRONI

Gli **ELETTRONI** sono particelle cariche negativamente aventi anche proprietà **ondulatorie**.

La **meccanica quantistica** usa le stesse equazioni matematiche che descrivono il movimento oscillante di una corda di chitarra per caratterizzare il moto dell'elettrone intorno al nucleo.

Secondo Schroedinger (1887-1961) il comportamento di ogni elettrone in un atomo o in una molecola può essere descritto da una **equazione d'onda**.

Le soluzioni dell'equazione di Schroedinger sono dette funzioni d'onda o **ORBITALI** e ci danno informazioni sull'energia dell'elettrone e sulla regione di spazio intorno al nucleo in cui è più **probabile** trovare l'elettrone.



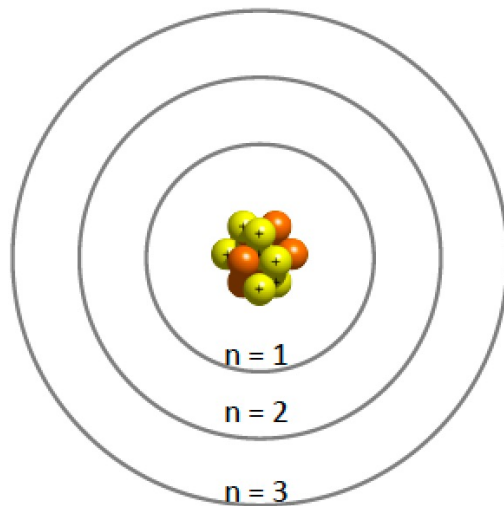
Nube elettronica



Gli ELETTRONI

Gli **ELETTRONI** di un atomo si trovano a determinate distanze dal nucleo e formano strati o **gusci elettronici** concentrici, ciascuno dei quali possiede una certa energia (quantizzata), detta **livello energetico**.

Il primo livello è quello più vicino al nucleo, il secondo livello si trova più lontano del primo ed ancora più lontano si trovano il terzo livello ed i successivi



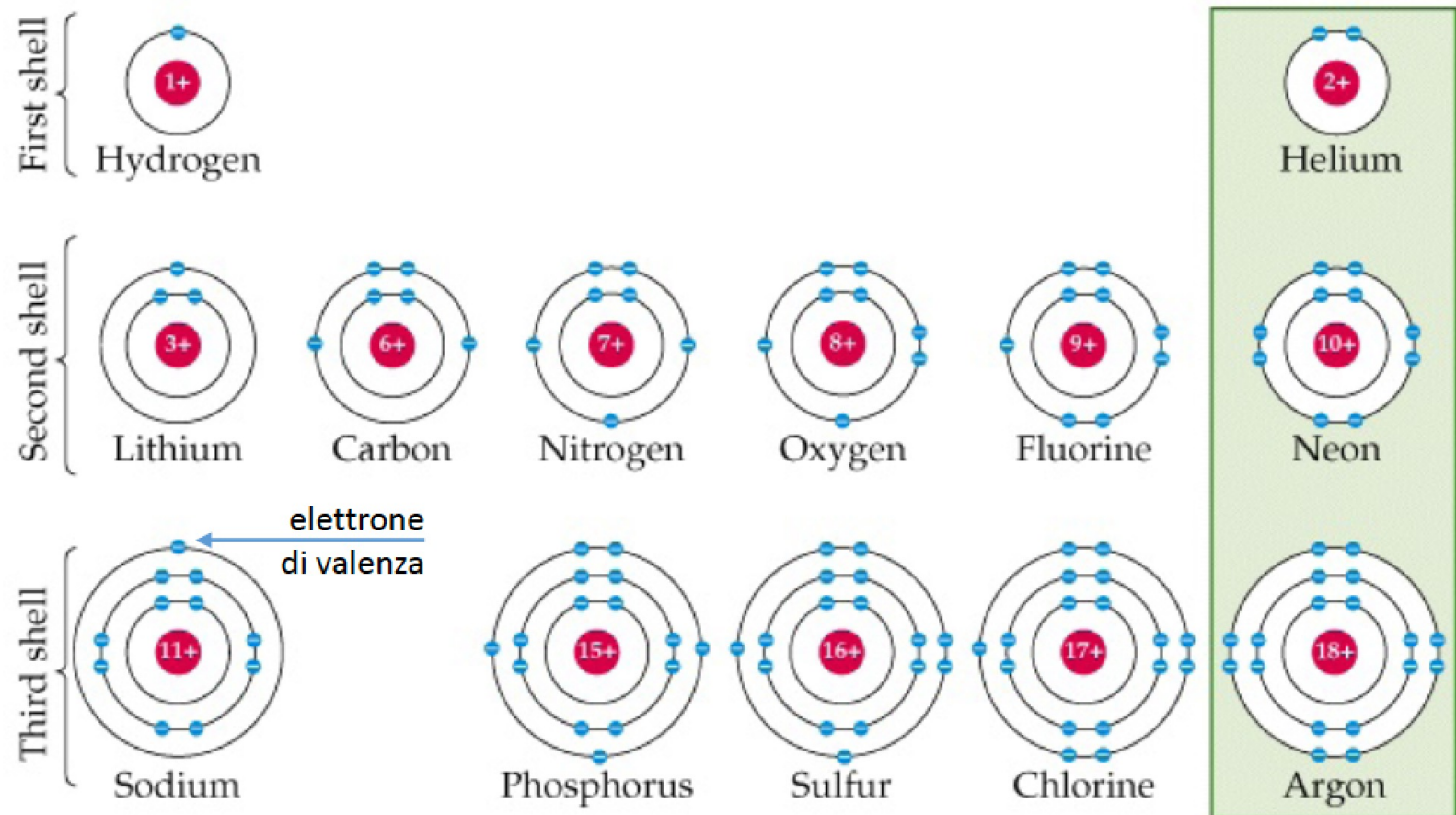
n = 1	Hydrogen 1 H 1.008																Helium 2 He 4.003															
	n = 2	Lithium 3 Li 6.941		Beryllium 4 Be 9.012														Neon 10 Ne 20.180														
		n = 3	Sodium 11 Na 22.990		Magnesium 12 Mg 24.305														Argon 18 Ar 39.948													
			Potassium 19 K 39.098		Calcium 20 Ca 40.078														Krypton 36 Kr 83.80													
		Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.88	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933	Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.38	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.80															

Livello	N° elettroni (massimo)
1	2
2	8
3	18

DISPOSIZIONE DEGLI ELETTRONI NELL'ATOMO

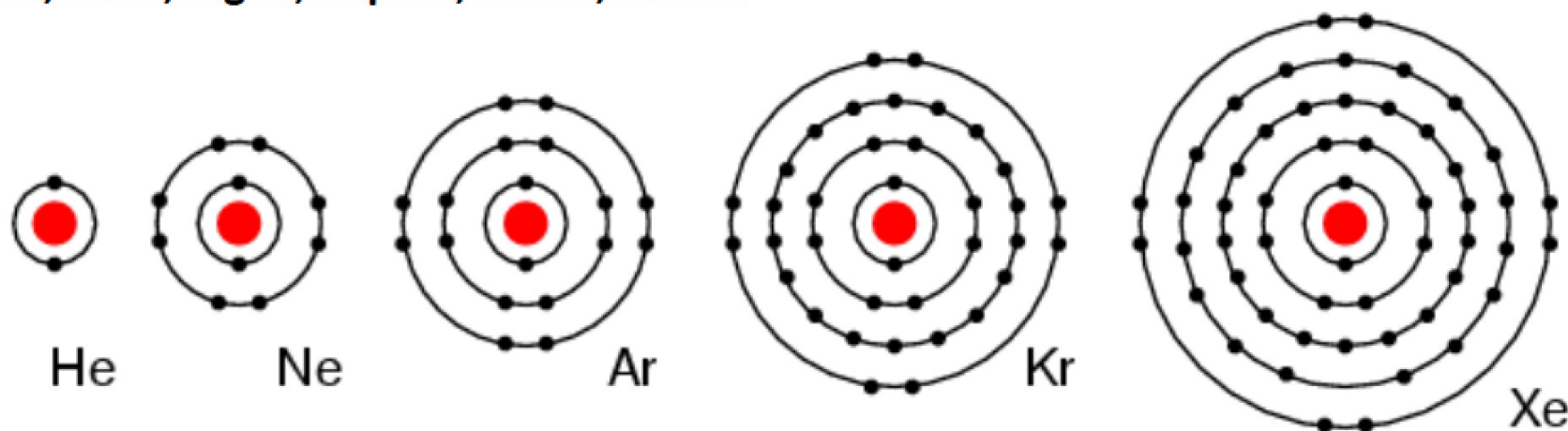
L'idrogeno, che ha numero atomico (Z) 1, possiede un solo protone e, di conseguenza, un solo elettrone, che si troverà nel primo strato. L'elio, che ha due protoni e due elettroni, avrà il primo strato completo, dato che esso può contenere al massimo 2 elettroni. Con il litio ($Z=3$) si inizia a riempire il secondo strato, che sarà completo per l'elemento neon ($Z=10$, 2 elettroni nel I strato e 8 nel II strato). Con il sodio ($Z=11$) si inizierà a riempire il III strato, che sarà completo per l'elemento chimico argon ($Z=18$)

Gli elettroni nello **strato più esterno** prendono il nome di **elettroni di valenza**.



DISPOSIZIONE DEGLI ELETTRONI NELL'ATOMO

Quando un guscio esterno è completamente pieno, l'elemento chimico mostra una particolare stabilità, ovvero una scarsa attitudine a reagire con altri elementi chimici. Questi elementi con lo strato esterno pieno prendono il nome di gas nobili (o gas inerti, o gas rari), e costituiscono l'ultimo gruppo (18°) della tavola periodica. Essi sono **elio, neon, argon, kripton, xenon, radon**.



I gas nobili obbediscono alla cosiddetta **regola dell'ottetto**, perché, salvo il caso del piccolo elio, l'ultimo strato contiene sempre 8 elettroni. Questa particolare struttura conferisce ai gas nobili una **notevole stabilità** (si chiamano nobili per questo, perché se ne stanno da soli e non vogliono reagire con altri elementi!)

Tutti gli altri elementi della tavola periodica presentano **gusci elettronici esterni non completi** e per questo motivo sono **meno stabili**.

MOLECOLE, ATOMI ED ELEMENTI

Le **sostanze** sono formate da **molecole**, rappresentate da **formule chimiche**.
Per esempio la molecola dell'acqua ha formula **H₂O**.

Le **molecole** sono formate da **atomi**, rappresentati da **simboli**:

H per l'atomo di idrogeno,

O per l'atomo di ossigeno,

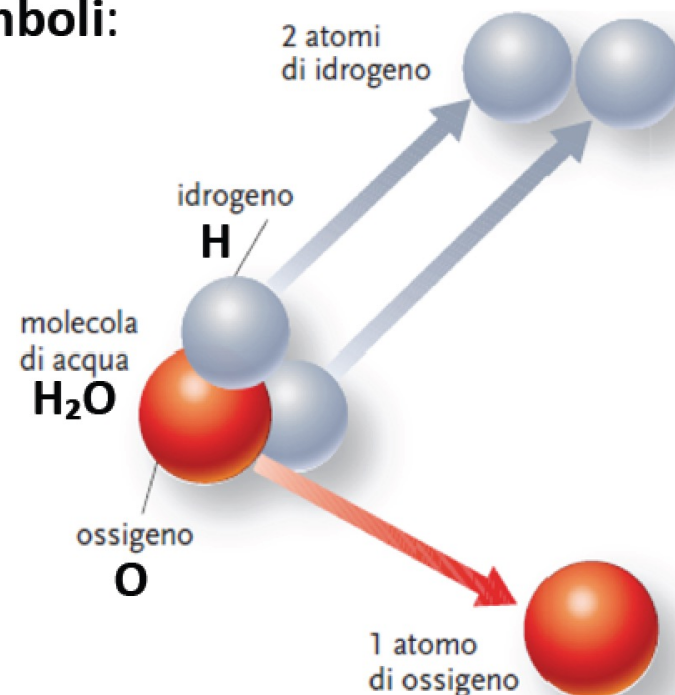
C per l'atomo di carbonio

N per l'atomo di azoto

S per l'atomo di zolfo

Ca per l'atomo di calcio

...



Il numero accanto ai simboli degli atomi (in basso a destra) indica quanti atomi di quel tipo ci sono nella molecola.

Perché due atomi si legano?

Gilbert N. Lewis enuncia, nel 1916, la **regola dell'ottetto**:

un atomo è stabile quando ha otto elettroni nello strato di valenza.

Gli elettroni dello strato più esterno sono chiamati **elettroni di valenza** o di legame.

La **valenza** rappresenta il numero di elettroni che un atomo guadagna, perde o mette in comune quando si lega con altri atomi; corrisponde, quindi, al numero di legami che un atomo è in grado di formare.

NOTAZIONE DI LEWIS

La **struttura** (o **formula**) di **Lewis** è un modo di rappresentare atomi e molecole basandosi sulla regola dell'ottetto: ogni atomo è rappresentato dal suo simbolo chimico, **circondato da punti che rappresentano i suoi elettroni di valenza** (quelli nel guscio elettronico più esterno).



Struttura di Lewis	Configurazione elettronica	Numero di elettroni di valenza
He ^{••}	1s ²	2
•Ne•	1s ² 2s ² 2p ⁶	8
•Ar•	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 2p ⁶	8
•Kr•	[Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶	8
•Xe•	[Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶	8
•Rn•	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶	8

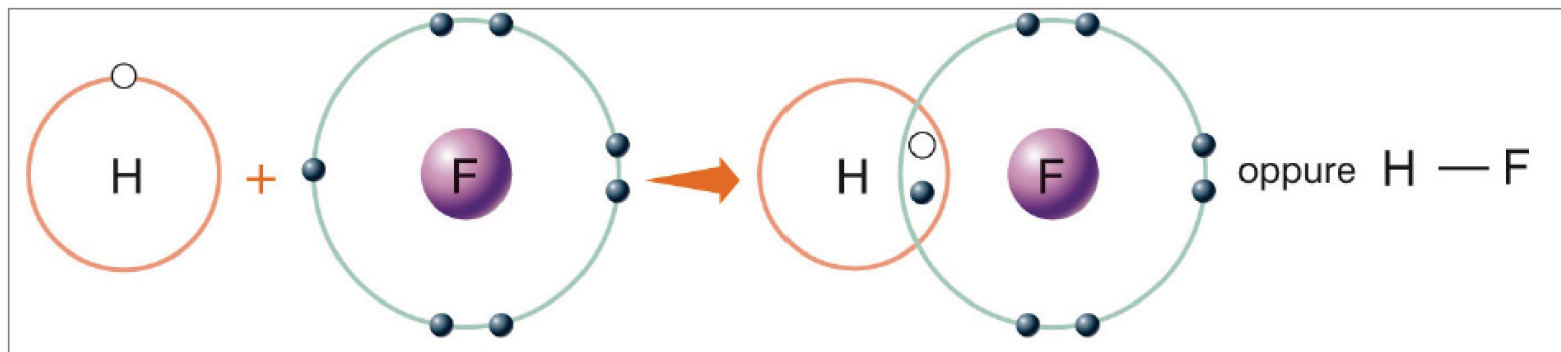
I **gas nobili** hanno una configurazione elettronica costituita da **otto elettroni esterni**, a eccezione dell'elio che ne ha soltanto due.

Come scrivere le formule di struttura di Lewis

- **l'idrogeno forma un solo legame, il carbonio quattro, l'azoto tre e l'ossigeno due;**
- **gli atomi coinvolti nei legami multipli sono C, N, O e S;**
- **considerare sempre prima i legami singoli, poi eventuali legami multipli;**
- **molecole o ioni isoelettronici, cioè con lo stesso numero di elettroni di valenza, sono spesso isostrutturali, hanno cioè la stessa struttura.**

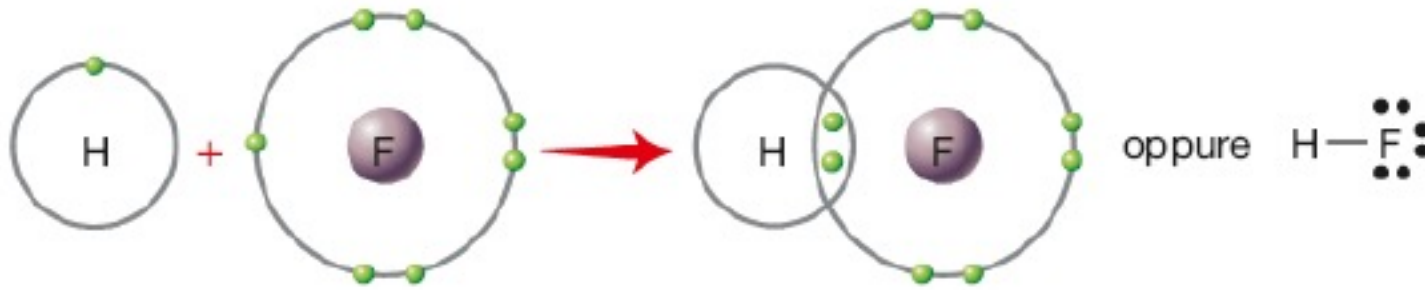
LEGAME COVALENTE

Il legame covalente si forma quando **due atomi mettono in comune una coppia di elettroni**.



Questi elettroni appartengono contemporaneamente a entrambi gli atomi che li condividono. Il trattino che unisce gli atomi quando scriviamo H—H o H—F simboleggia proprio la coppia di elettroni di legame.

Il legame covalente



oppure $\text{H}-\text{F}$



oppure $\text{H}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$



oppure $\text{H}-\ddot{\text{N}}-\text{H}$

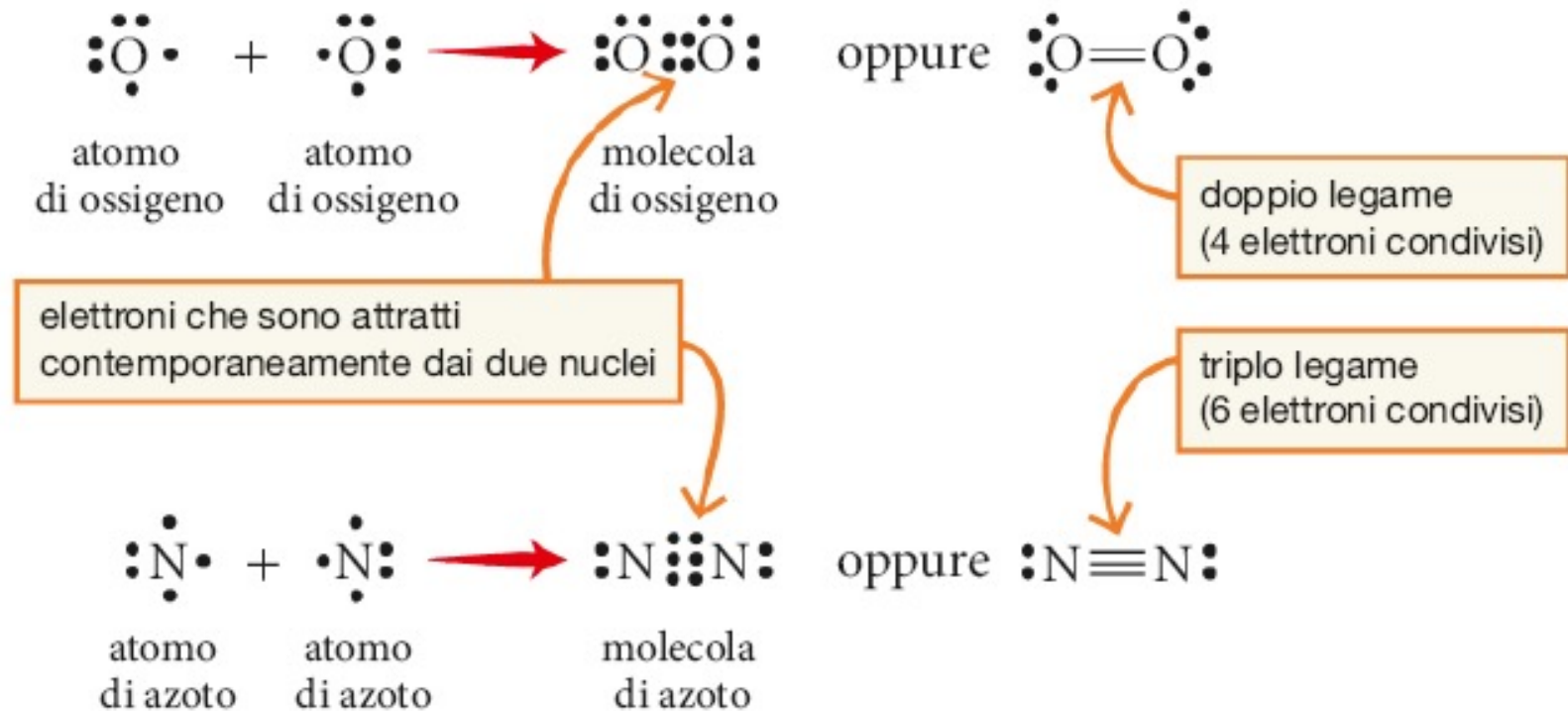


oppure $\text{H}-\text{C}-\text{H}$

Una formula rappresentata con i simboli di Lewis è chiamata **formula di struttura**.

Il legame covalente

Se gli atomi condividono due o tre coppie di elettroni, formano un **legame doppio** o un **legame triplo**.



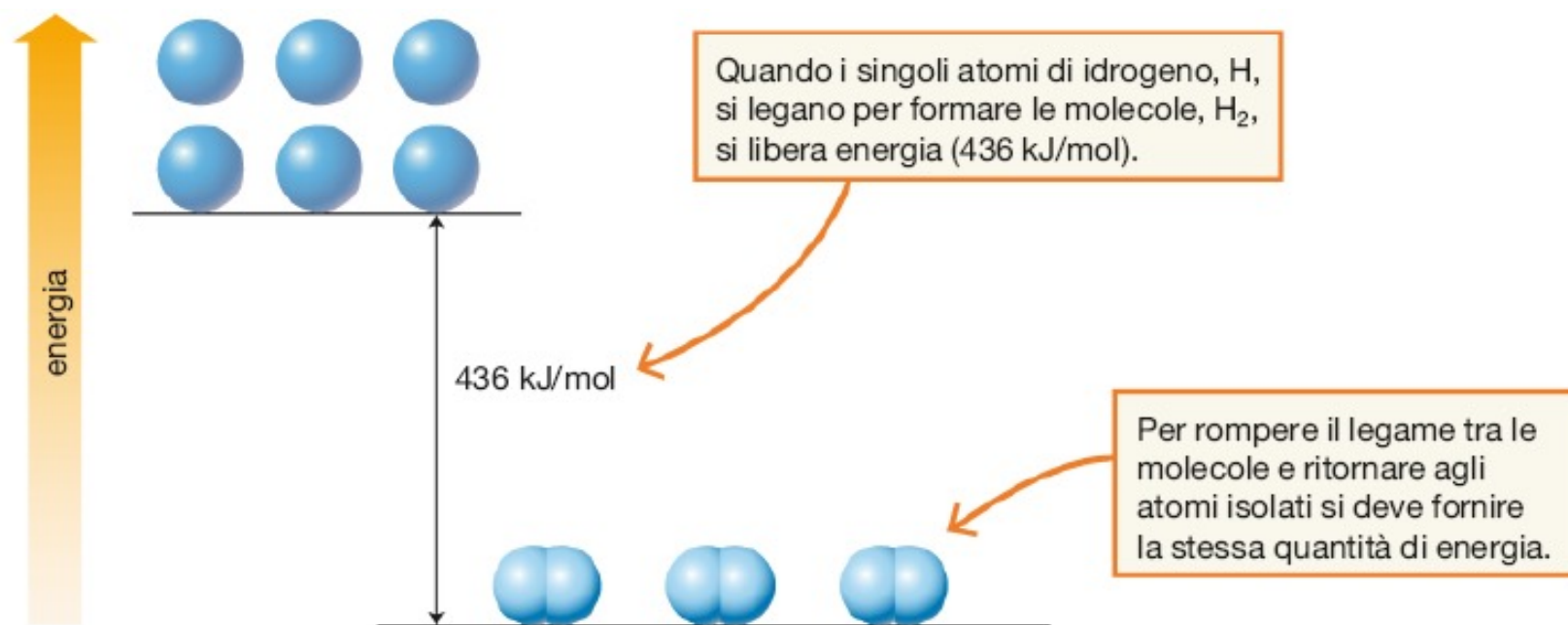
I legami multipli sono più corti e più forti di un legame singolo: è quindi necessaria maggiore energia per scinderli.

Il carbonio può formare legami covalenti

carbonio-carbonio semplici, doppi o tripli:

- semplici: $\text{C}-\text{C}$ (atomi di carbonio ibridati sp^3)**
- doppi: $\text{C}=\text{C}$ (atomi di carbonio ibridati sp^2)**
- tripli: $\text{C}\equiv\text{C}$ (atomi di carbonio ibridati sp)**

L'energia di legame è la quantità di energia che è necessario fornire a una mole di sostanza per rompere i legami che tengono uniti tutti i suoi atomi; si misura in **kJ/mol**.



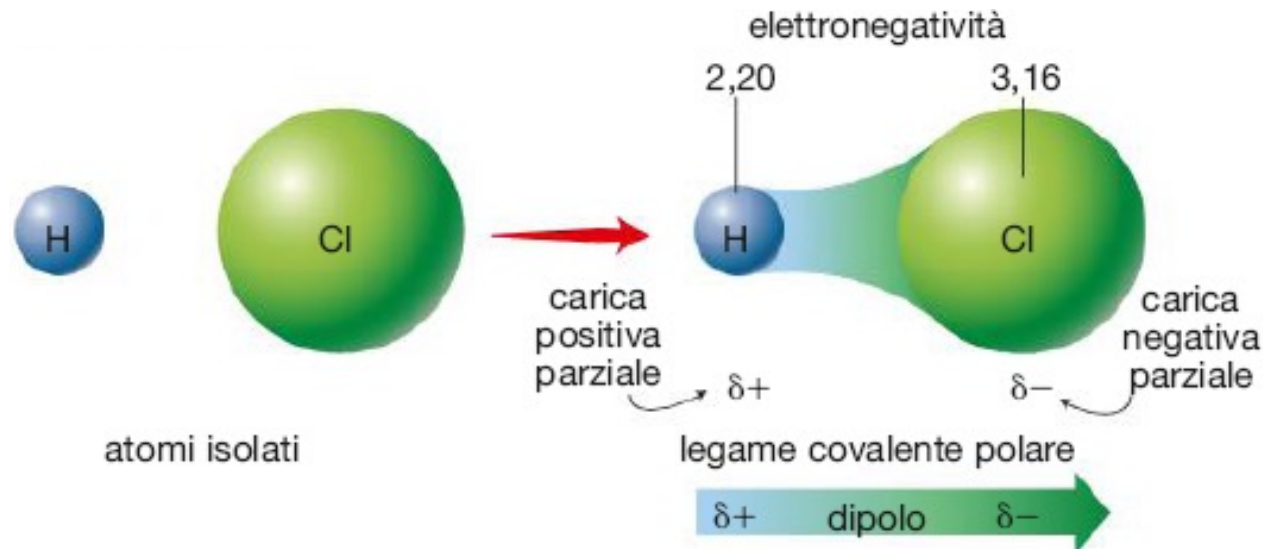
Tanto più grande è l'energia di legame, tanto più forte è il legame che unisce gli atomi.

La scala dell'elettronegatività e i legami

Se due atomi sono identici, esercitano la stessa forza di attrazione sugli elettroni di legame, pertanto il legame è **covalente puro**:



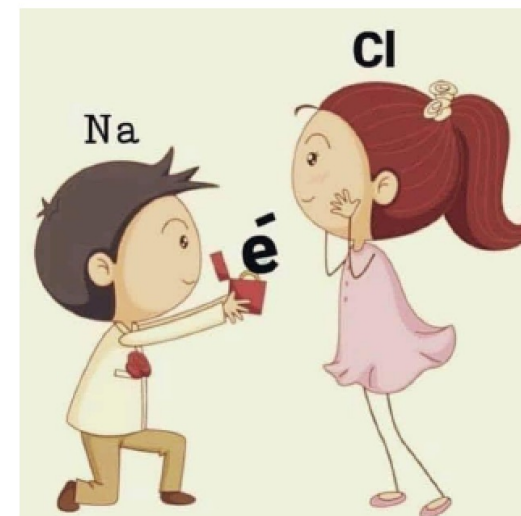
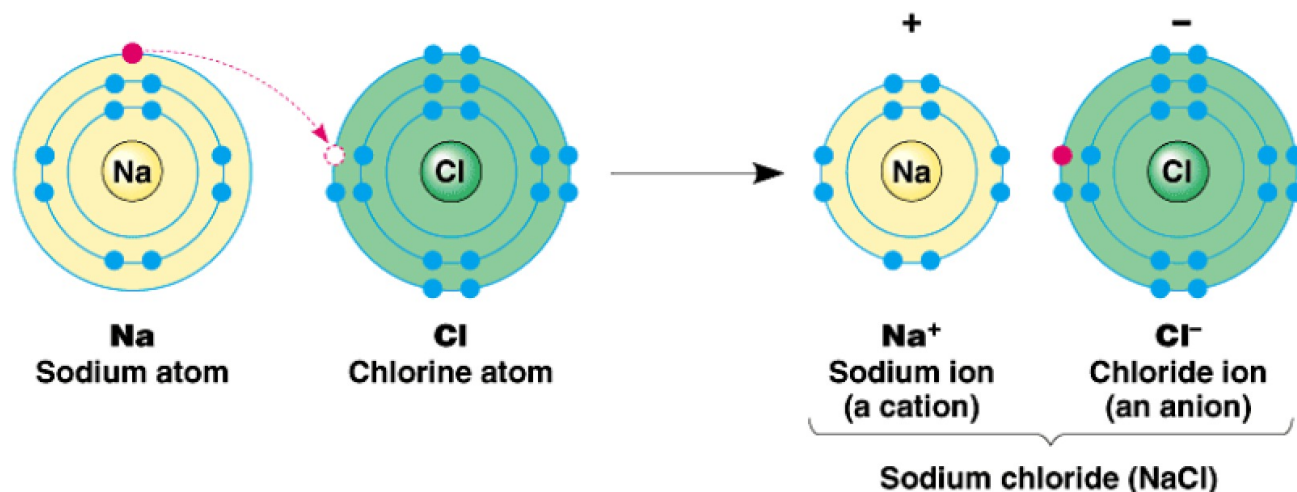
Se gli atomi sono di natura diversa, esercitano sugli elettroni di legame una diversa forza di attrazione, quindi il legame è **covalente polare**,
come nell'acido cloridrico.



LEGAME IONICO

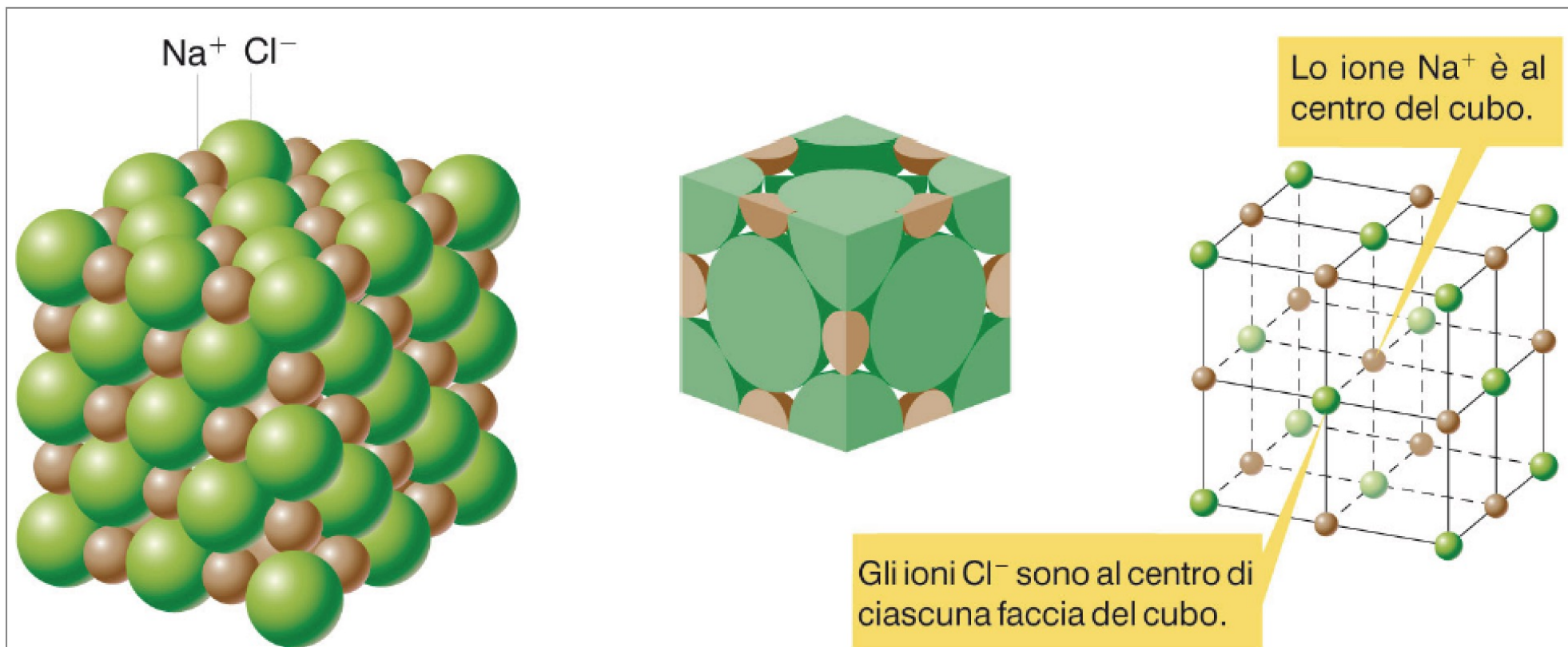
Il **legame ionico** si forma quando entrano in contatto un **atomo che tende a perdere elettroni** con un **atomo che tende ad acquistarne**: il primo atomo tenderà a cedere un elettrone al secondo atomo.

Quando gli atomi acquistano o cedono elettroni perdono la loro elettroneutralità e diventano carichi. Un **atomo carico** è detto **ione**, in particolare **catione** se la **carica** è **positiva** e **anione** se la **carica** è **negativa**. **Ioni di carica opposta si attraggono** fortemente. È ciò che avviene ad esempio quando si incontrano il sodio (metallo, che tende a perdere un elettrone diventando Na^+) e cloro, (un non metallo, che tende ad acquistare un elettrone diventando Cl^-).



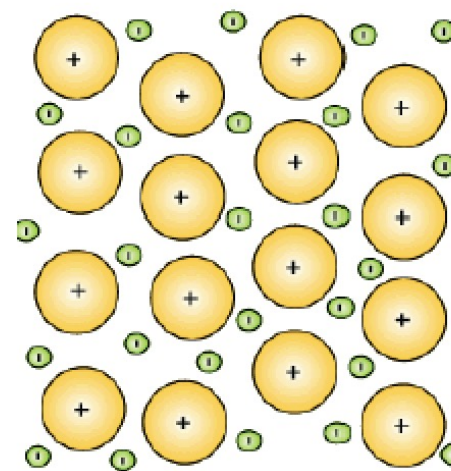
LEGAME IONICO

Un esempio di legame ionico è quello che tiene insieme il cloruro di sodio (NaCl), il comune sale da cucina: Na^+ e Cl^- sono due ioni di carica opposta che si attraggono formando così non una vera e propria molecola, bensì un **composto ionico**. Gli ioni in un composto ionico sono disposti secondo uno schema ben preciso e possono dar luogo a un **reticolo cristallino** (cubico nel caso di NaCl).

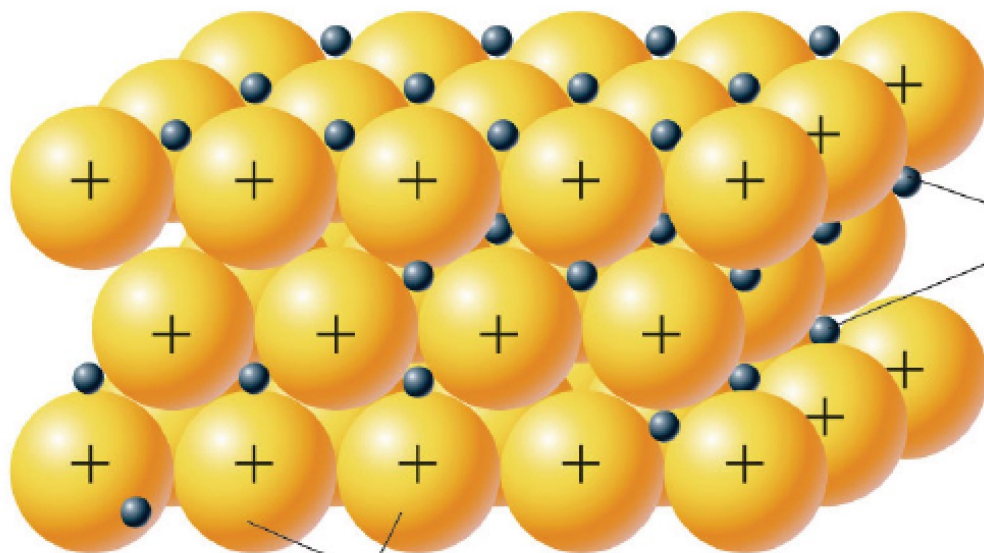


LEGAME METALLICO

In un metallo gli **elettroni dello stato più esterno sono molto mobili** e tendono ad allontanarsi dagli atomi. Questi elettroni provenienti da tutti gli atomi possono muoversi tra essi, formando una sorta di «**nuvola**» **elettronica, diffusa tra tutti gli atomi**. Gli atomi, privi così degli elettroni di valenza, restano carichi positivamente. Tra il «mare» di elettroni e gli ioni positivi si stabilisce un'attrazione detta legame metallico. Gli elettroni «vaganti» sono quelli che conferiscono ai metalli la tipica proprietà di essere **buoni conduttori di corrente elettrica**: l'elettricità, infatti, non è



altro che un flusso ordinato di elettroni!



elettroni del guscio di valenza

ioni metallici

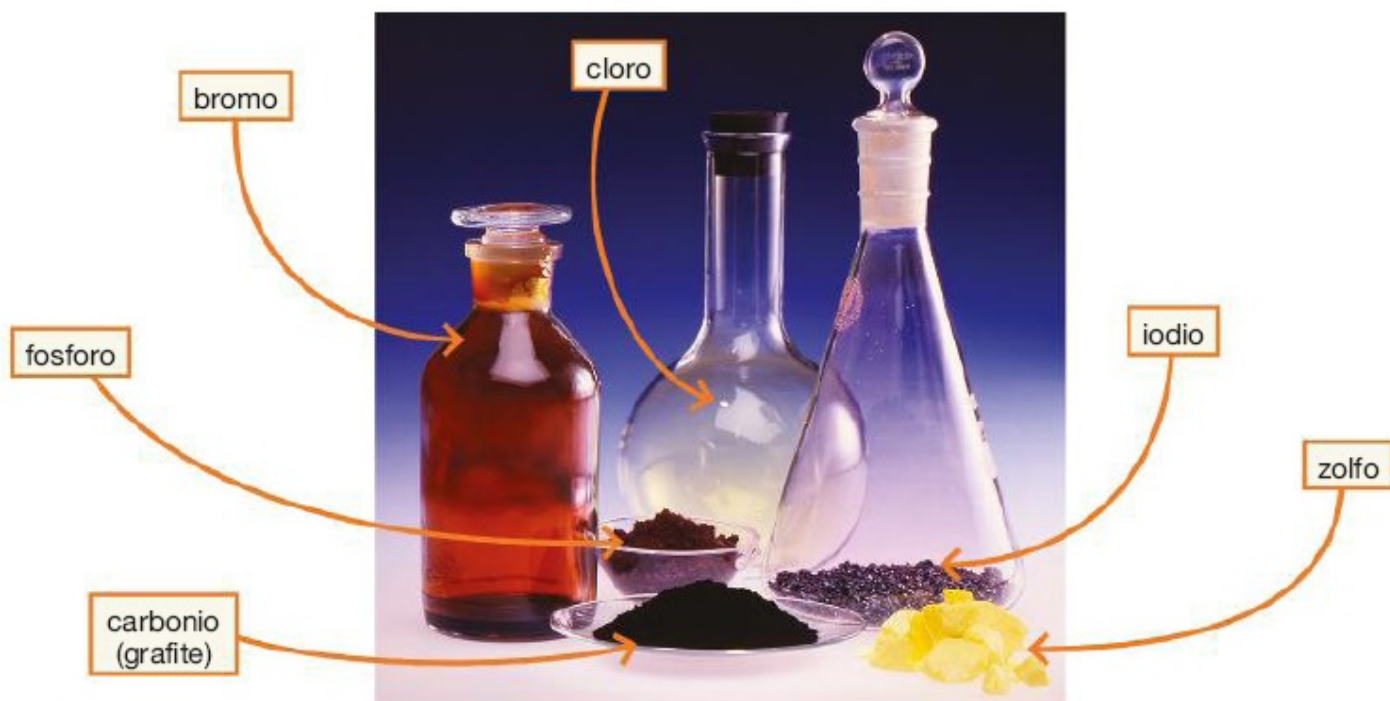
I semimetalli si trovano lungo una linea diagonale che va dal boro all'astato, ma non si tratta di una categoria rigorosamente definita.

<div><div></div> semimetalli</div> <div><div></div> non metalli</div> <div><div></div> metalli</div> <div><div></div> gas nobili</div>																																			
idrogeno H 1																		elio He 2																	
litio Li 3		berillio Be 4																		boro B 5		carbonio C 6		azoto N 7		ossigeno O 8		fluoro F 9		neon Ne 10					
sodio Na 11		magnesio Mg 12																		alluminio Al 13		silicio Si 14		fosforo P 15		zolfo S 16		cloro Cl 17		argon Ar 18					
potassio K 19		calcio Ca 20		scandio Sc 21		titanio Ti 22		vanadio V 23		cromo Cr 24		manganese Mn 25		ferro Fe 26		cobalto Co 27		nichel Ni 28		rame Cu 29		zinc Zn 30		gallio Ga 31		germanio Ge 32		arsenico As 33		selenio Se 34		bromo Br 35		krypton Kr 36	
rubidio Rb 37		stronzio Sr 38		ittrio Y 39		zirconio Zr 40		niobio Nb 41		molibdeno Mo 42		tecnecio Tc 43		rutenio Ru 44		rodio Rh 45		palladio Pd 46		argento Ag 47		cadmio Cd 48		indio In 49		stagno Sn 50		antimonio Sb 51		tellurio Te 52		iodio I 53		xenon Xe 54	
cesio Cs 55		bario Ba 56		lantanio La 57		afnio Hf 72		tantalio Ta 73		tungsteno W 74		renio Re 75		osmio Os 76		iridio Ir 77		platino Pt 78		oro Au 79		mercurio Hg 80		tallio Tl 81		piombo Pb 82		bismuto Bi 83		polonio Po 84		astato At 85		radon Rn 86	
francio Fr 87		radio Ra 88		attinio Ac 89																															

I metalli, situati a sinistra della tavola periodica, sono gli elementi chimici più numerosi (più di 80) e a **temperatura ambiente** e pressione ambiente sono tutti quanti solidi tranne il mercurio che è un liquido.

I **metalli** sono molto reattivi, in natura esistono sotto forma di composti, sono lucenti e buoni conduttori di calore e corrente elettrica.

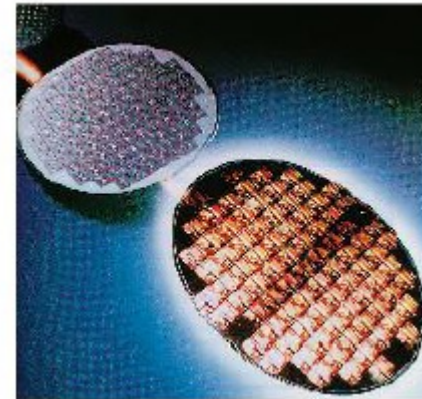
I **non metalli** sono caratterizzati da un'ampia varietà di colori e, a eccezione del carbonio, sono tutti cattivi conduttori di calore e corrente elettrica.



I **semimetalli** hanno proprietà intermedie tra quelle dei metalli e dei non metalli: non sono né conduttori né isolanti e, per questo motivo, sono definiti semiconduttori.

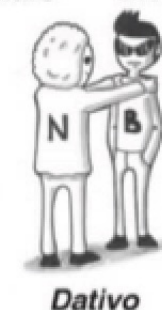
I semiconduttori più noti sono il germanio e il silicio.

Sottile strato di silicio, detto ***wafer***,
usato in elettronica come base
per la realizzazione di circuiti integrati.



Osservando la tavola periodica si può affermare che

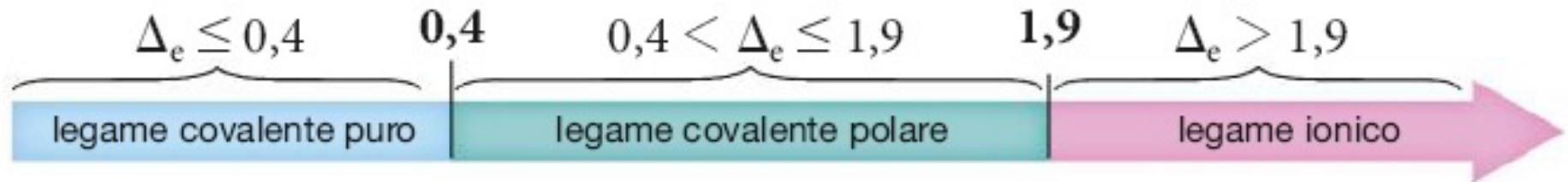
- i **metalli** formano tra loro **legami metallici** (Li, Na, Ca)
- i **non metalli** formano tra loro legami **covalenti** (se gli atomi sono uguali (Cl_2) il legame è covalente puro (omopolare); se sono diversi (HCl) il legame è covalente (etero)polare; se la coppia di elettroni proviene da un solo atomo il legame è dativo)
- i **semimetalli** hanno comportamento intermedio (dipende con chi si combinano!)
- **metalli** e i **non metalli** formano tra loro legami **ionici** (NaCl)



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				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				104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn								

Per elettronegatività intendiamo la tendenza che un dato atomo ha di attirare a sé gli elettroni di legame quando esso è appunto impegnato in un legame chimico

Quanto maggiore è la differenza di elettronegatività (Δ_e) fra i due atomi che formano il legame, tanto maggiore è la polarità del legame che li unisce.



Le proprietà dell'atomo di carbonio

Il Carbonio ha un valore medio di elettronegatività (2,5) per cui può formare legami covalenti poco polari, quindi stabili;

il Carbonio CONDIVIDE gli elettroni!

Nella tavola periodica l'elettronegatività aumenta dal basso verso l'alto e da sinistra a destra nei gruppi.

Covenzionalmente va da 0.7 del francio a 4 del fluoro

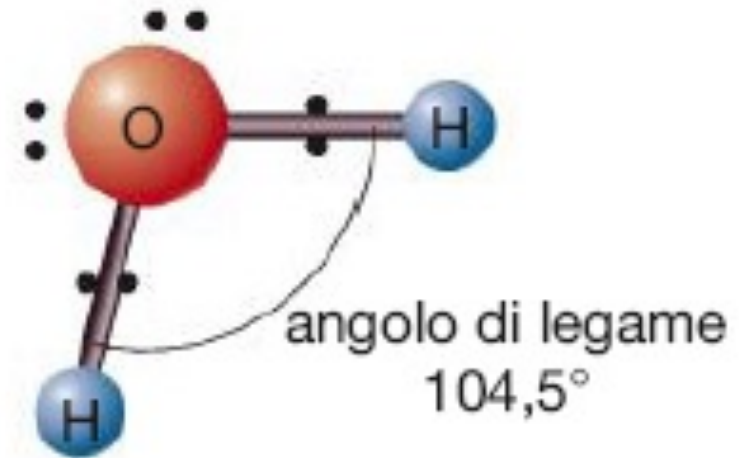
La forma delle molecole

L'**angolo di legame** è l'angolo formato dagli assi che congiungono i nuclei degli atomi legati.

Per la molecola d'acqua, è pari a $104,5^\circ$.

Intorno all'ossigeno, che è l'atomo centrale

della molecola d'acqua, si distribuiscono due coppie elettroniche di legame; altre due coppie, appartenenti all'ossigeno, sono invece coppie elettroniche libere, cioè non condivise, e sono chiamate **coppie solitarie**.



Nel 1957, Ronald J. Gillespie mette a punto una teoria che consente di ricavare le architetture molecolari dalle formule di struttura di Lewis.

La teoria, indicata con la sigla **VSEPR** (*Valence Shell Electron-Pair Repulsion*), è detta **teoria della repulsione delle coppie di elettroni del guscio di valenza**, perché presuppone che le coppie di elettroni esterni, che hanno la stessa carica negativa, si respingano reciprocamente.

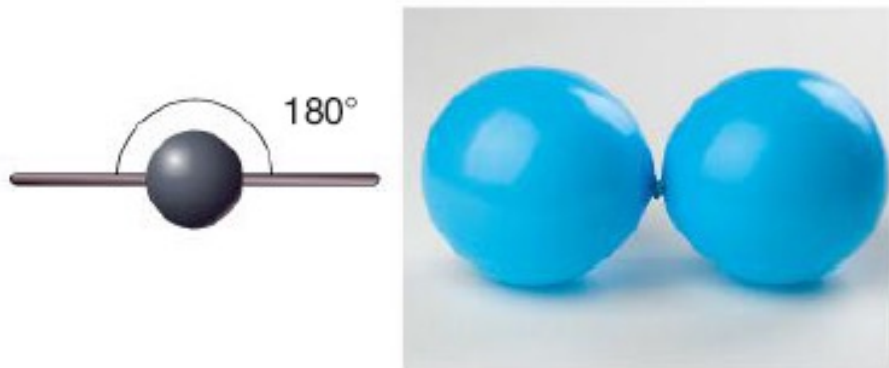
La teoria VSEPR

I principi fondamentali della teoria sono i seguenti:

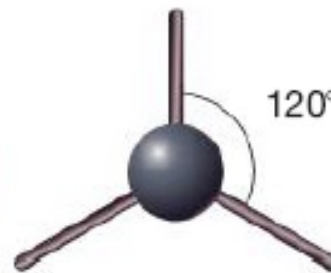
- la disposizione degli atomi in una molecola dipende dal numero totale di coppie elettroniche, libere e condivise, appartenenti al livello di valenza, che circondano l'atomo centrale;
- poiché coppie elettroniche di uguale segno si respingono, esse si collocano alla maggiore distanza possibile l'una dall'altra.

In base al numero di coppie elettroniche intorno all'atomo centrale si ha che:

- **due coppie** elettroniche determinano un **assetto lineare** della molecola, con angoli di legame di 180° ; **tre coppie** elettroniche determinano un **assetto triangolare equilatero** della molecola, con angoli di legame di 120° ;

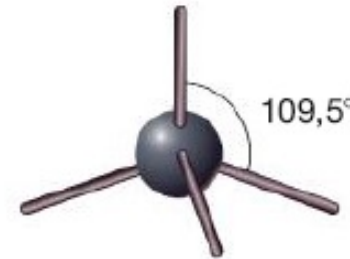


lineare



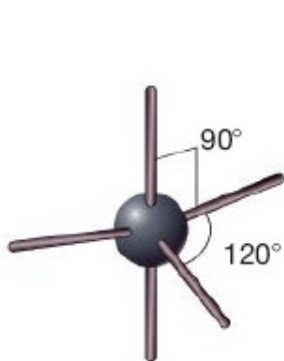
triangolare planare

- **quattro coppie** elettroniche determinano un **assetto tetraedrico** della molecola, con angoli di legame di $109,5^\circ$

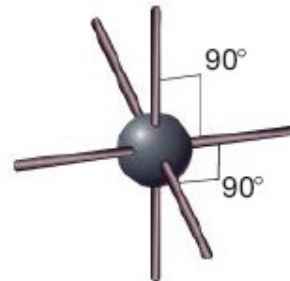


tetraedrica

- se le coppie elettroniche sono **cinque** la struttura è **trigonale bipyramidale**; se le coppie sono **sei** è **ottaedrica**.

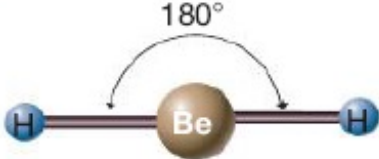
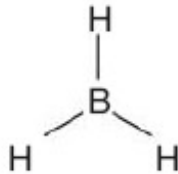
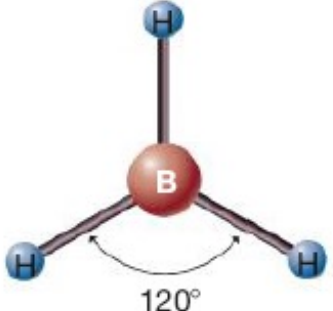
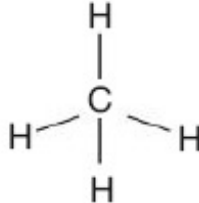
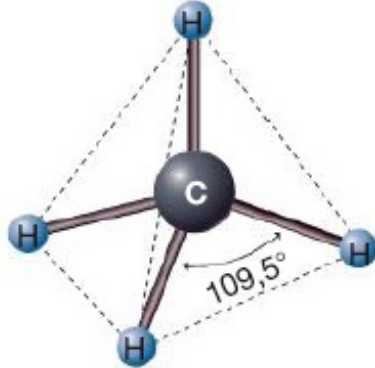


trigonale bipyramidale



ottaedrica

La forma di alcune molecole con legami covalenti semplici.

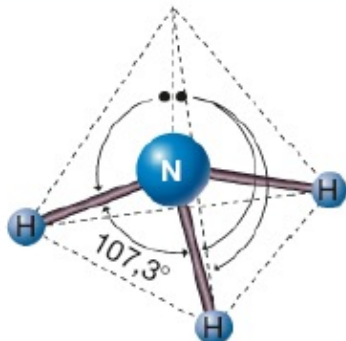
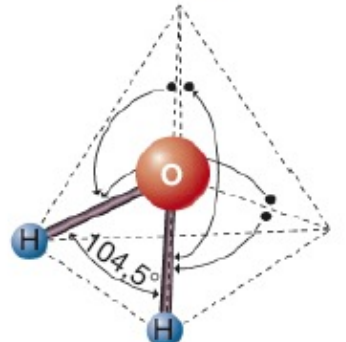
Molecola	Struttura di Lewis	Forma	Struttura geometrica	Angolo di legame	Modello
BeH_2	$\text{H} \cdot \cdot \text{Be} \cdot \cdot \text{H}$	lineare	$\text{H} - \text{Be} - \text{H}$	180°	
BH_3	$\begin{array}{c} \text{H} \cdot \cdot \text{B} \cdot \cdot \text{H} \\ \cdot \cdot \\ \text{H} \end{array}$	triangolare planare		120°	
CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \cdot \cdot \\ \text{H} \cdot \cdot \text{C} \cdot \cdot \text{H} \\ \cdot \cdot \\ \text{H} \end{array}$	tetraedrica		$109,5^\circ$	

La teoria VSEPR

Nelle molecole che presentano **coppie libere di elettroni**:

la repulsione tra due coppie elettroniche libere è maggiore della repulsione tra una coppia libera di elettroni e una condivisa, che è a sua volta maggiore della repulsione tra due coppie di elettroni condivisi.

Strutture di alcune molecole con coppie libere di elettroni sull'atomo centrale o con legami multipli.

Molecola	Struttura di Lewis	Forma	Struttura geometrica	Angolo di legame	Modello
NH ₃	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{H} : \text{N} : \text{H} \\ \cdot\cdot \\ \text{H} \end{array}$	piramidale triangolare	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	107,3°	
H ₂ O	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{H} : \text{O} : \\ \cdot\cdot \\ \text{H} \end{array}$	piegata	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	104,5°	
CO ₂	$\cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \\ :\text{O}::\text{C}::\text{O}: \\ \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot$	lineare	$\cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \\ \text{O}=\text{C}=\text{O} \\ \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot \quad \cdot\cdot$	180°	