

127

Tavola periodica e classificazione degli elementi



CONOSCENZE

- Il problema della classificazione degli elementi chimici
- Tavola periodica degli elementi di ieri e oggi
- Configurazione elettronica degli elementi e dimensioni atomiche
- Energia di prima ionizzazione
- Affinità elettronica
- Elettronegatività
- Elementi di interesse biologico
- Struttura elettronica e valenza
- Raggi ionici
- Elementi dal gruppo 0 al gruppo 7
- Elementi di transizione e delle terre rare

COMPETENZE

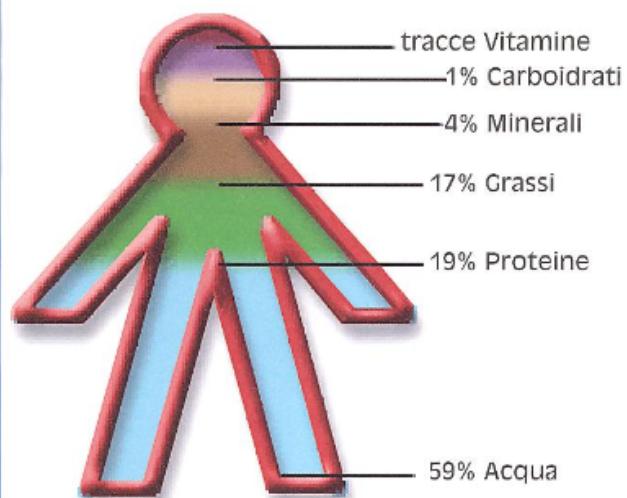
- Essere in grado di utilizzare adeguatamente il linguaggio specifico
- Illustrare i criteri storici che hanno portato alla definizione della Tavola periodica degli elementi
- Spiegare la relazione tra la struttura elettronica di un elemento e la sua posizione nella Tavola periodica
- Identificare gli elementi attraverso le loro proprietà periodiche
- Individuare gli elementi di interesse biologico
- Descrivere le principali proprietà degli elementi di ciascun gruppo (dal gruppo 0 “gas nobili” al settimo gruppo “alogeni”)

142

ELEMENTI DI INTERESSE BIOLOGICO

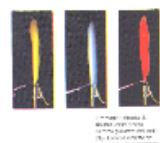
Un essere umano adulto è costituito mediamente da circa il 59-60% di acqua; 19-20% di proteine; 17% di grassi; 4% di carboidrati e tracce di vitamine. Gli elementi chimici che costituiscono la "vita biologica"

sono sicuramente 26, ma forse il loro numero arriva a 39 o più. In ordine decrescente di abbondanza compongono l'organismo umano: l'ossigeno, il carbonio, l'idrogeno, l'azoto, il calcio, il fosforo, il potassio, lo zolfo, il cloro, il sodio, il magnesio ed il ferro. Gli altri elementi sono ritenuti essenziali per la vita in quanto sono costituenti di biomolecole ed enzimi indispensabili alle funzioni vitali dell'organismo. Basti pensare all'importanza del selenio che in piccole dosi sembra prevenire l'insorgenza di tumori e rallentare l'invecchiamento cellulare.



Un modo semplice e significativo per rappresentare la struttura elettronica esterna dei vari elementi viene fatta con la **simbologia di Lewis**. Il simbolo dell'elemento considerato presenta tanti puntini quanti sono gli elettroni dello strato esterno, ovvero gli *elettroni di valenza* che caratterizzano le proprietà chimica dell'elemento stesso.

Gruppo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
primo periodo	H•							He:
secondo periodo	Li•	Be•	B•	C•	N•	O•	F•	Ne:
terzo periodo	Na•	Mg•	Al•	Si•	P•	S•	Cl•	Ar:



La Tavola Periodica

attuale, interattiva : www.ptable.com



ELEMENTI DEL PRIMO GRUPPO (METALLI ALCALINI)

Gli elementi del primo gruppo non si trovano in natura allo stato libero ma sempre sotto forma di composti. I metalli del primo gruppo sono duttili, molli, molto teneri (si tagliano con il coltello) e hanno una lucentezza

argentea. Chiamati anche **metalli alcalini** perché in acqua producono soluzioni basiche (idrossidi o alcali), sono molto reattivi poiché cedono facilmente l'unico elettrone del livello più esterno.

Combinandosi con elementi fortemente elettronegativi, originano pertanto composti ionici, nei quali presentano n.o. = +1.

3	Li	Litio	Alcalino
11	Na	Sodio	Alcalino
19	K	Potassio	Alcalino
37	Rb	Rubidio	Alcalino
55	Cs	Cs	Alcalino
87	Fr	Franio	Alcalino

... 146 ...

... 147 ...

Un primo tentativo storico di costruire un quadro sistematico

dal tedesco **Johann Wolfgang Dobereiner**

Egli aveva considerato tre gruppi di elementi, che aveva chiamato triadi

Atomic Mass (1850)

$$\text{Li} \ 7 \quad \text{Na} \ 23 \quad \text{K} \ 39 \quad \left[\begin{array}{l} 7 + 39 \\ 2 \end{array} \right] = 23$$

$$\text{Ca} \ 40 \quad \text{Sr} \ 87 \quad \left[\begin{array}{l} 40 + 137 \\ 2 \end{array} \right] = 88.5$$

$$\text{Ba} \ 137 \quad \left[\begin{array}{l} 31 + 122 \\ 2 \end{array} \right] = 76.5$$

$$\text{As} \ 75 \quad \text{Sb} \ 122 \quad \left[\begin{array}{l} 32 + 128 \\ 2 \end{array} \right] = 80$$

$$\text{Te} \ 128 \quad \left[\begin{array}{l} 35.5 + 127 \\ 2 \end{array} \right] = 81.25$$

$$\text{Cl} \ 35.5 \quad \text{Br} \ 80 \quad \text{I} \ 127 \quad \left[\begin{array}{l} 35.5 + 127 \\ 2 \end{array} \right] = 81.25$$

Atomic Number

$$\text{Li} \ 3 \quad \text{Na} \ 11 \quad \left[\begin{array}{l} 3 + 19 \\ 2 \end{array} \right] = 11$$

$$\text{Ca} \ 20 \quad \text{Sr} \ 38 \quad \left[\begin{array}{l} 20 + 56 \\ 2 \end{array} \right] = 38$$

$$\text{Ba} \ 56 \quad \left[\begin{array}{l} 15 + 51 \\ 2 \end{array} \right] = 33$$

$$\text{As} \ 33 \quad \text{Sb} \ 51 \quad \left[\begin{array}{l} 16 + 52 \\ 2 \end{array} \right] = 34$$

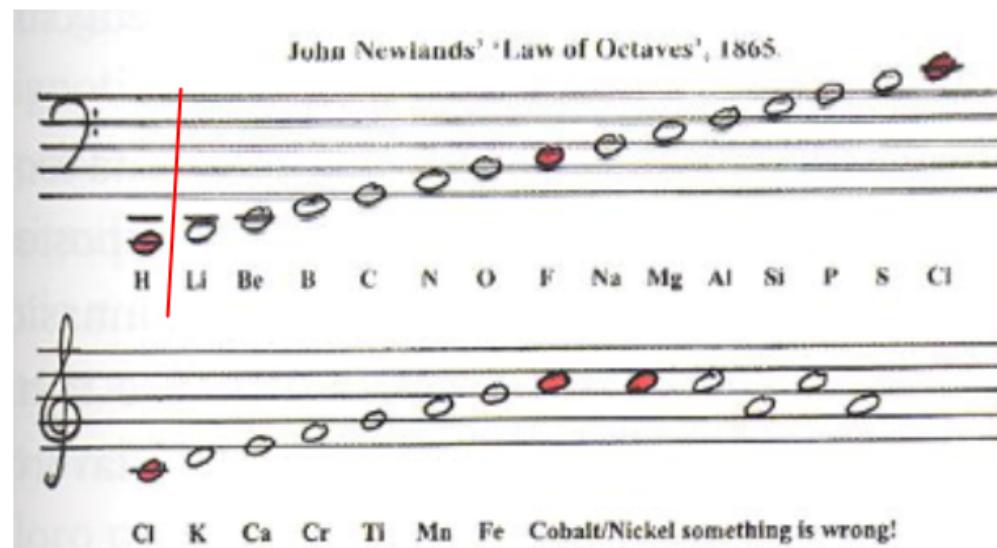
$$\text{Te} \ 52 \quad \left[\begin{array}{l} 17 + 53 \\ 2 \end{array} \right] = 35$$

H						
Li	Be					He
Na	Mg					
K	Ca					
Rb	Sr					
Cs	Ba					

... 128 ...

Nel 1864, il chimico inglese **John Alexander Reina Newlands** (1837-1898) propose la cosiddetta **legge delle ottave**.

Egli si era accorto che, disponendo gli elementi secondo l'ordine crescente di peso atomico in due gruppi di sette unità, gli elementi con proprietà simili si trovavano esattamente uno sopra l'altro: ad esempio, il potassio era vicino al sodio e il calcio vicino al magnesio. Purtroppo, vi erano numerose eccezioni.



LA TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

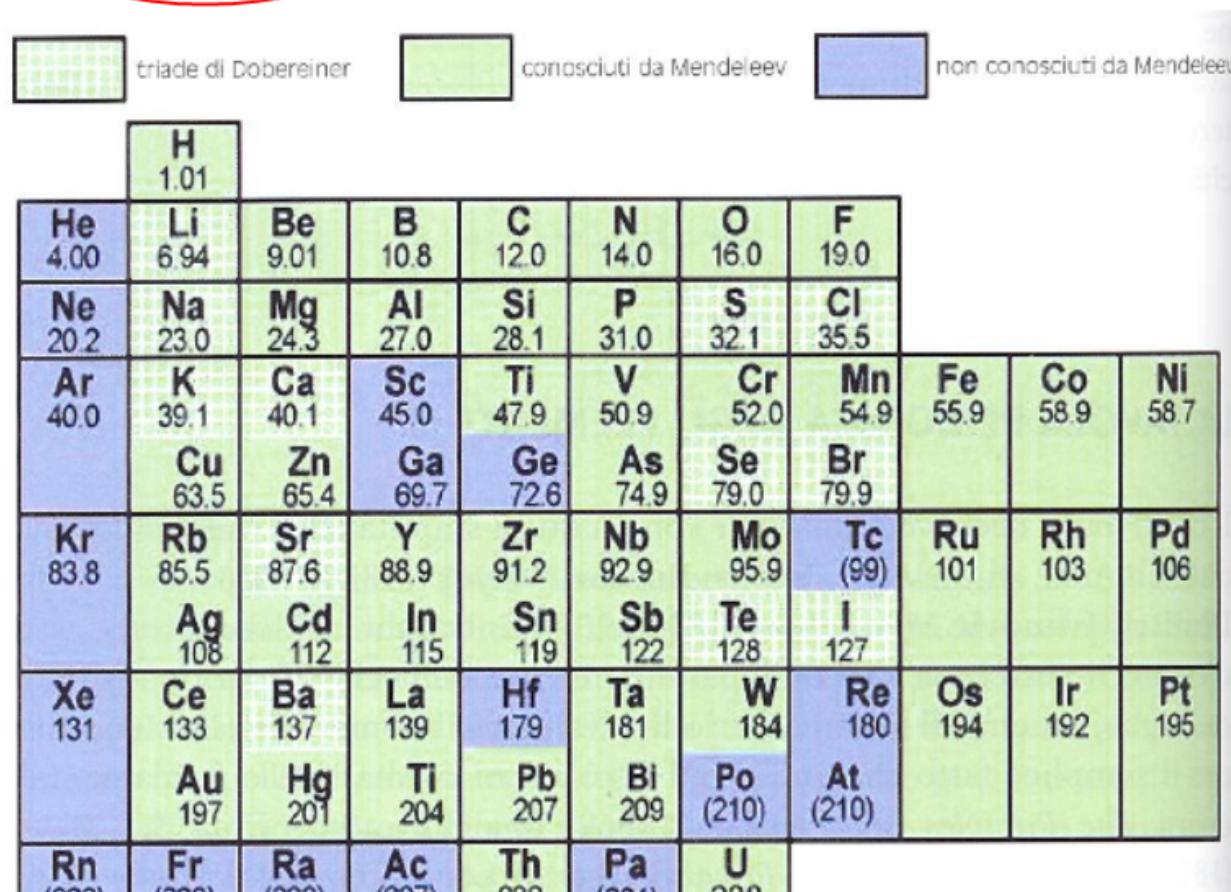
130

Il contributo decisivo giunse per l'opera quasi simultanea

il tedesco **Julius Lothar Meyer** (1830-1895)

il russo **Dimitrij Ivanovic Mendeleev** (1834-1907)

il **peso atomico** come parametro base della classificazione



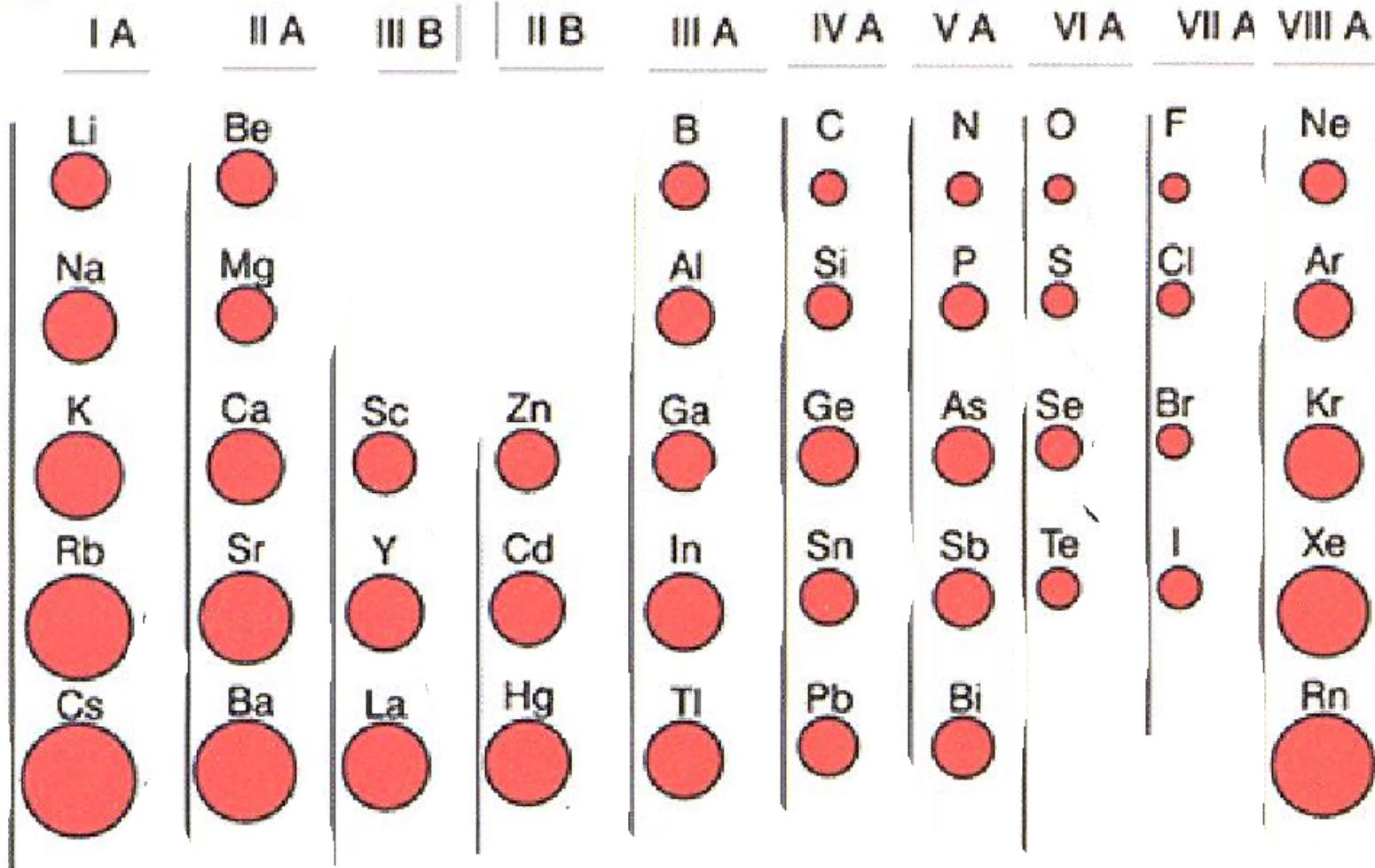
Legend:

- triade di Dobereiner
- conosciuti da Mendeleev
- non conosciuti da Mendeleev

H 1.01								
He 4.00	Li 6.94	Be 9.01	B 10.8	C 12.0	N 14.0	O 16.0	F 19.0	
Ne 20.2	Na 23.0	Mg 24.3	Al 27.0	Si 28.1	P 31.0	S 32.1	Cl 35.5	
Ar 40.0	K 39.1	Ca 40.1	Sc 45.0	Ti 47.9	V 50.9	Cr 52.0	Mn 54.9	Fe 55.9
	Cu 63.5	Zn 65.4	Ga 69.7	Ge 72.6	As 74.9	Se 79.0	Br 79.9	Co 58.9
Kr 83.8	Rb 85.5	Sr 87.6	Y 88.9	Zr 91.2	Nb 92.9	Mo 95.9	Tc (99)	Ru 101
	Ag 108	Cd 112	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127	Rh 103
Xe 131	Ce 133	Ba 137	La 139	Hf 179	Ta 181	W 184	Re 180	Pt 195
	Au 197	Hg 201	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Po (210)	At (210)	Ir 192
Rn (222)	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Th (229)	Pa (231)	U (238)		

137

Dimensione dei raggi atomici di alcuni atomi (in rosso)



catione

(+) monovalente

(++) bivalente

etc.

Dimensione dei raggi di alcuni ioni (in nero)

anione

(-) monovalente

(--) bivalent

etc.

The figure displays a periodic table where each element is represented by a red circle of varying size, indicating its atomic radius. To the right of each element, its corresponding ionic radius is shown as a black circle of a different size, often smaller than the atomic radius. The elements are arranged in groups 1 through 8, with a vertical line separating the groups. The groups are labeled at the top: IA, II A, III B, II B, III A, IV A, VA, VIA, VII A, and VIII A. The elements in each group are: Group 1: Li, Na, K, Rb, Cs; Group 2: Be, Mg, Ca, Sr, Ba; Group 3: Sc, Y, La; Group 4: Zn, Cd, Hg; Group 5: Ga, In, Tl; Group 6: Al, Al³⁺; Group 7: Si, Ge, Sn, Pb; Group 8: B, C, N, O, S, Se, Te, Bi; Group 9: F, Cl, Br, I, Te²⁻; Group 10: Ne, Ar, Kr, Xe, Rn.

Dimensione dei raggi di alcuni ioni (in nero)

IA	II A	III B	II B	III A	IV A	VA	VI A	VII A
Li^+	Be^{2+}						O^{2-}	F^-
Na^+	Mg^{2+}			Al^{3+}			S^{2-}	Cl^-
K^+	Ca^{2+}	Sc^{3+}	Zn^{2+}	Ga^{3+}			Se^{2-}	Br^-
Rb^+	Sr^{2+}	Y^{3+}	Cd^{2+}	In^{3+}	Sn^{4+}		Te^{2-}	I^-
Cs^+	Ba^{2+}	La^{3+}	Hg^{2+}	Tl^{3+}	Pb^{4+}			

.. 147 ..

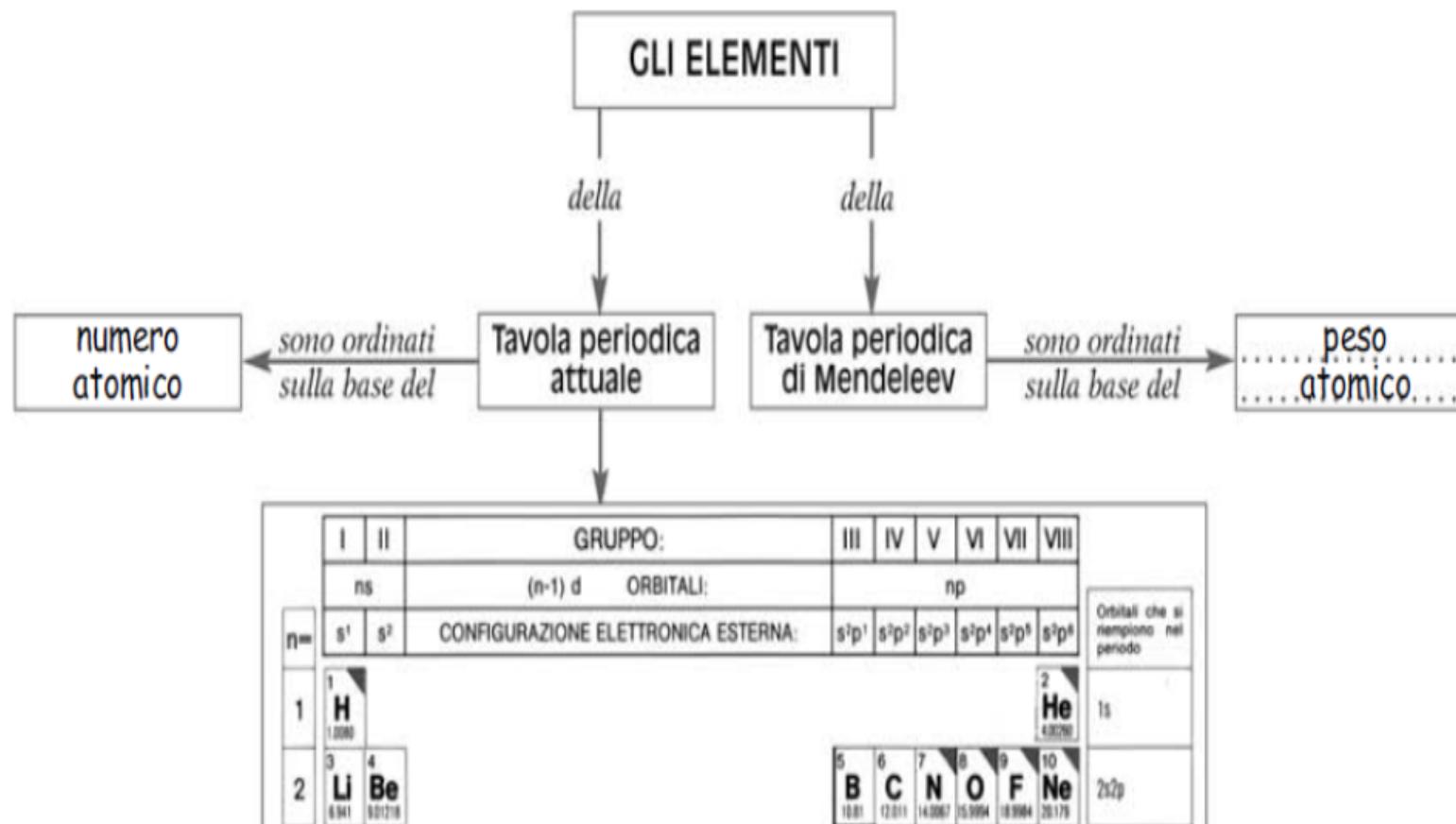


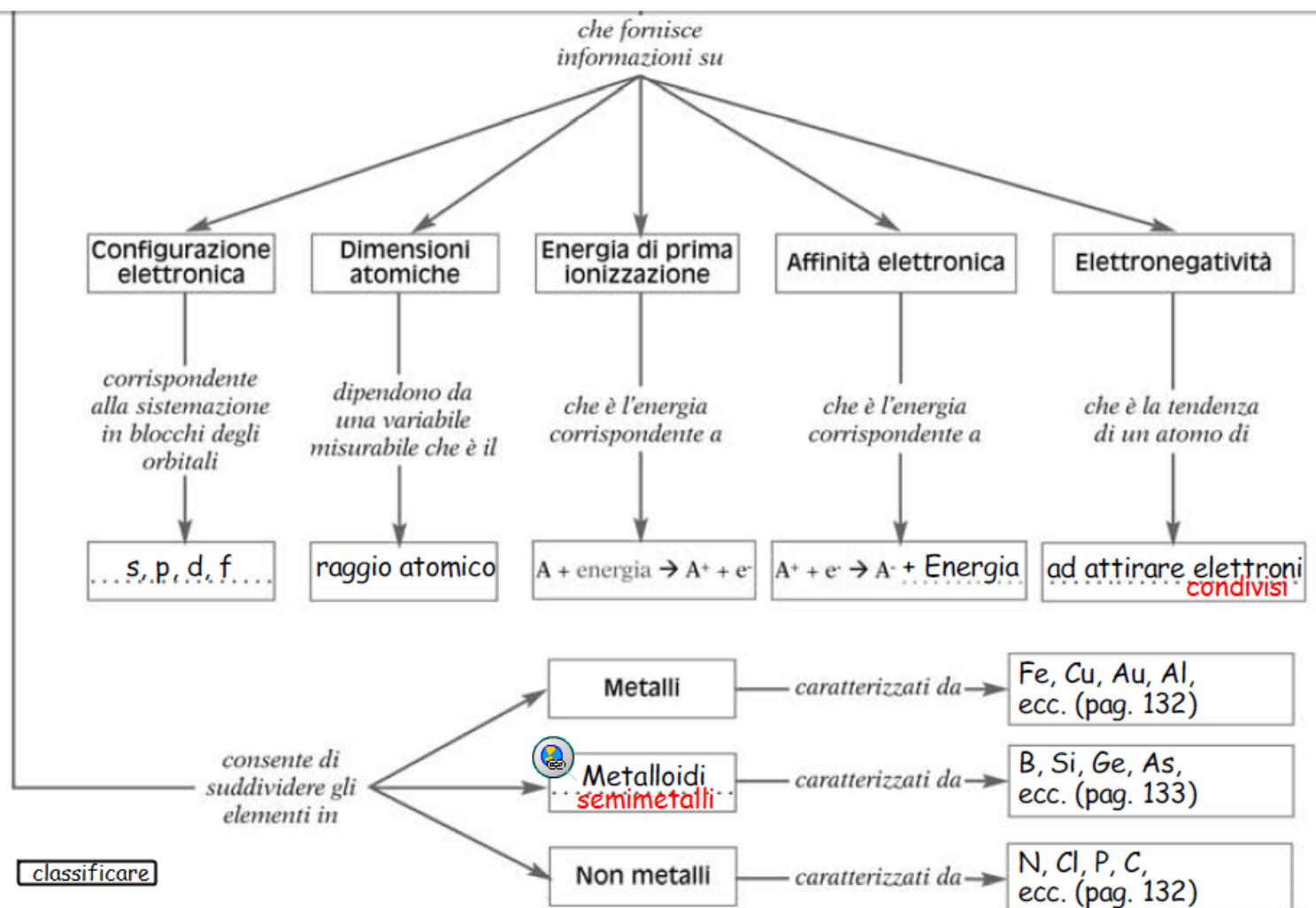
La Tavola Periodica

attuale, interattiva : www.ptable.com

I metalli **alcalino-terrosi** si definiscono così perché allo stato composto presentano un aspetto terroso. Allo stato puro sono di colore argenteo, duttili e relativamente teneri, ma hanno durezza, densità e punto di fusione più elevati rispetto ai metalli alcalini. Anche i metalli alcalino-terrosi sono molto reattivi, ma in misura inferiore ai metalli alcalini; dal punto di vista della configurazione elettronica, essi hanno due elettroni nel livello più esterno e raggiungono la configurazione stabile perdendo i loro due elettroni. Il raggio ionico è piccolo rispetto al raggio atomico per l'attrazione esercitata dal nucleo che presenta due protoni in più. Questi metalli hanno bassi potenziali di ionizzazione, perdono facilmente i loro due elettroni durante le combinazioni con elementi molto elettronegativi.

4	Be	Beryllium
12	Mg	Magnesium
20	Ca	Calcium
38	Sr	Samarium
56	Ba	Bromine
88	Ra	Radium







ELEMENTI DEL TERZO GRUPPO

148

La Tavola Periodica

attuale, interattiva : www.ptable.com

5 B Boron 10.881								
13 Al Aluminum 26.98113								
31 Ga Gallium 69.723								
49 In Indium 114.818								
81 Tl Thallium 204.3833								

Gli elementi di questo gruppo presentano tre elettroni nell'orbitale esterno, pertanto essi raggiungono la configurazione stabile o perdendo tre elettroni o acquistando elettroni fino a completare l'ottetto.

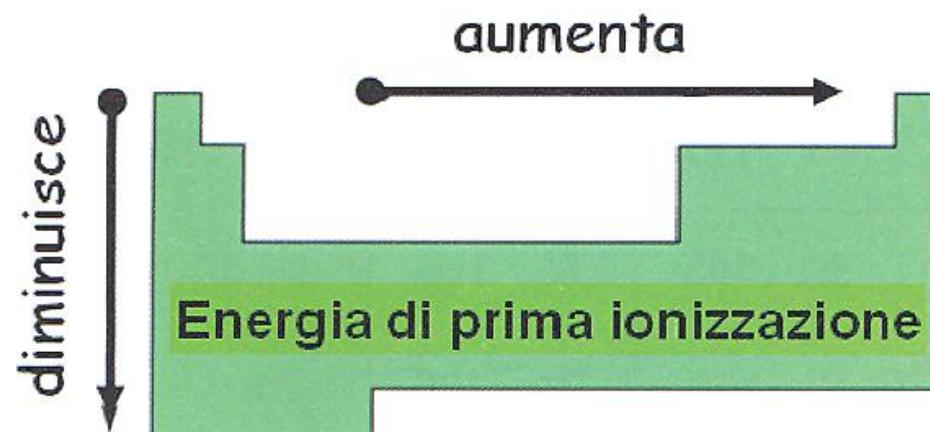
Nel loro insieme hanno caratteristiche di frontiera tra quelle tipicamente metalliche e quelle non metalliche che si presenta-

no con grande variabilità. Ad esempio, il carattere metallico è inesistente nel Boro (B), si accompagna a un comportamento anfotero nell'alluminio (Al) ed è più pronunciato in gallio (Ga), indio (In) e tallio (Tl). L'alluminio, che

... 138 ...

POTENZIALE DI IONIZZAZIONE

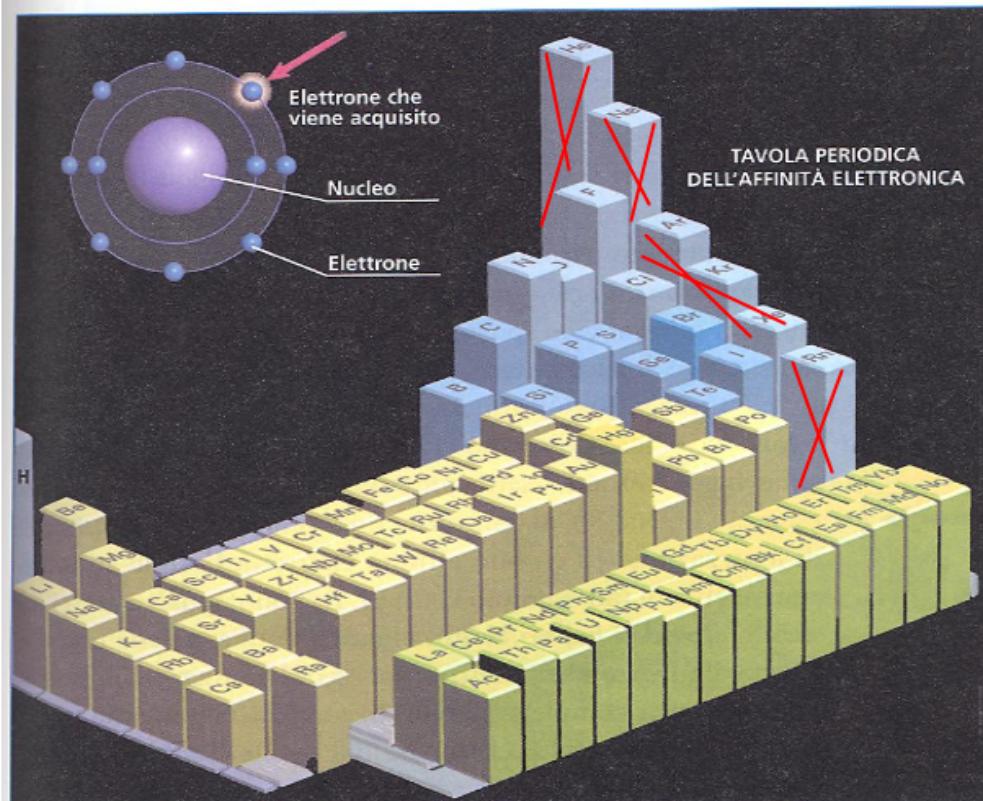
Energia necessaria a strappare l'elettrone più debolmente legato all'atomo isolato (allo stato gassoso) e portarlo a distanza infinita dal nucleo



Variazione dell'Energia di prima ionizzazione nella Tavola periodica degli elementi

139

Ad esempio, fluoro, cloro e iodio hanno un'elevata affinità elettronica, cioè tendono ad assumere elettroni, mentre i gas nobili, che hanno l'ottetto completo, hanno affinità elettronica nulla.



ELETTRONEGATIVITÀ

Le proprietà fisiche e chimiche degli elementi sono strettamente legate ad alcune grandezze che hanno andamento periodico al variare del numero atomico. Una importante grandezza, da cui dipendono moltissime proprietà fisiche e chimiche è l'**elettronegatività**. Questa proprietà può essere identificata come la *tendenza degli elementi ad attrarre, in modo più o meno spiccato gli elettroni che intervengono nei legami chimici*.

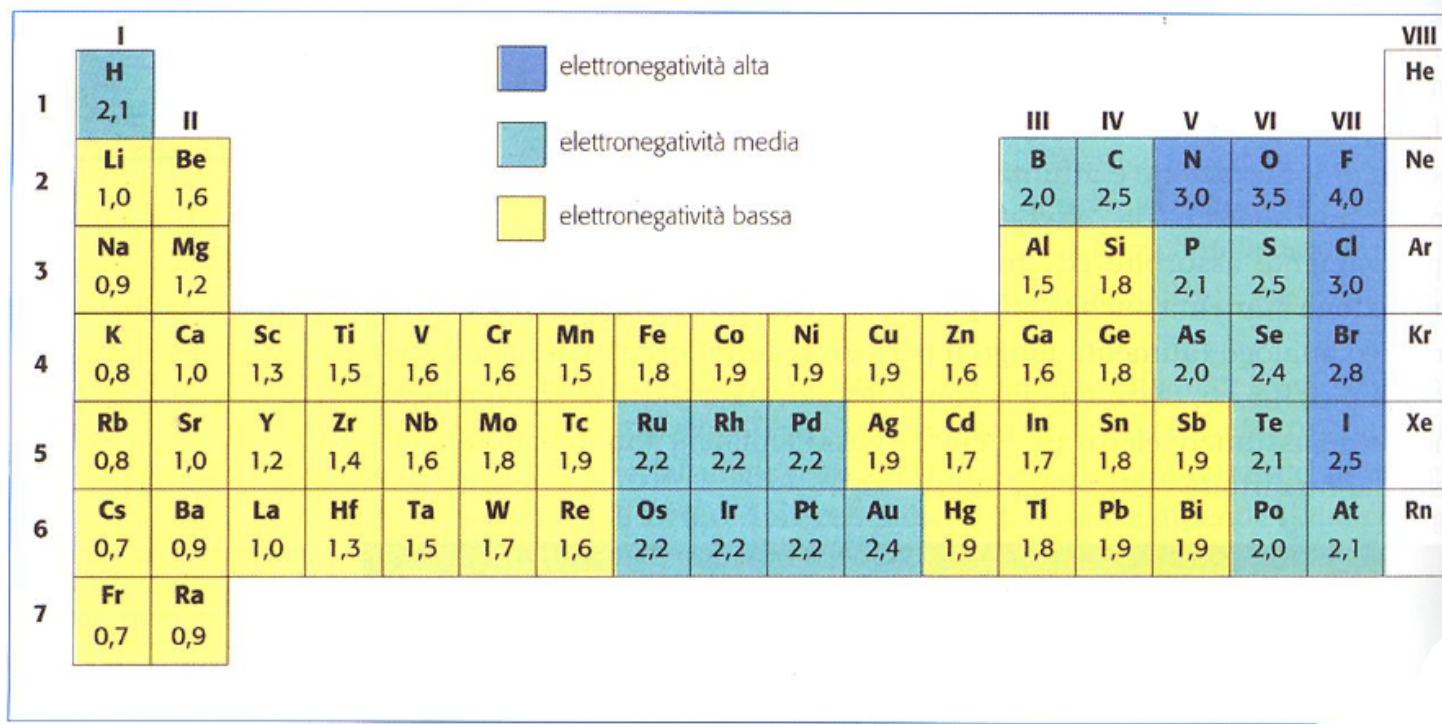
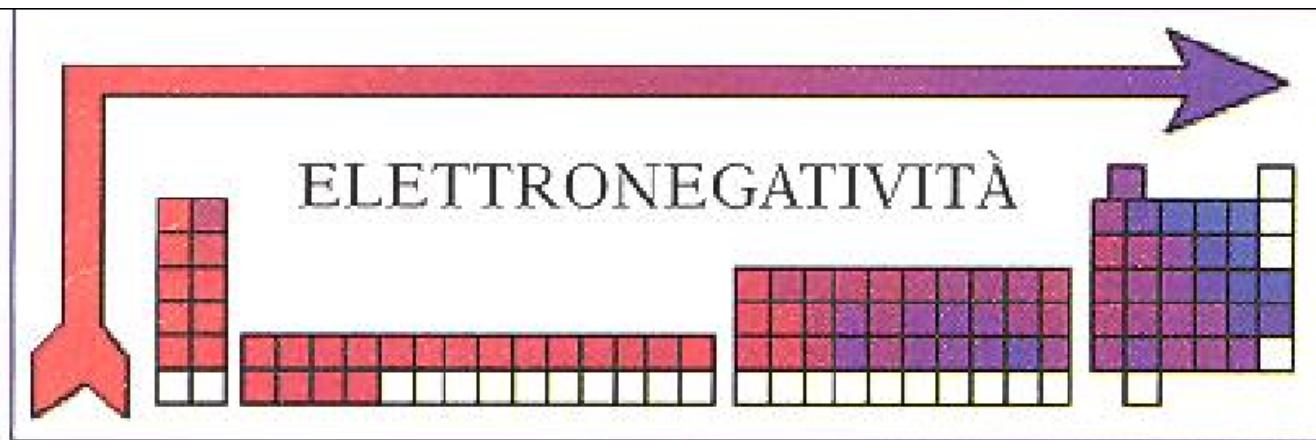
La **tendenza di un atomo ad attirare elettroni** è importante soprattutto per comprendere *in che modo gli atomi si combinano tra loro per raggiungere la stabilità*. Così, per esprimere la capacità degli elementi di assumere o meno elettroni quando gli atomi si uniscono tra loro si utilizza l'elettronegatività. Quando due atomi formano un legame scambiando elettroni ~~è~~ la scala dell'elettronegatività ci permette di prevedere il tipo di legame chimico.

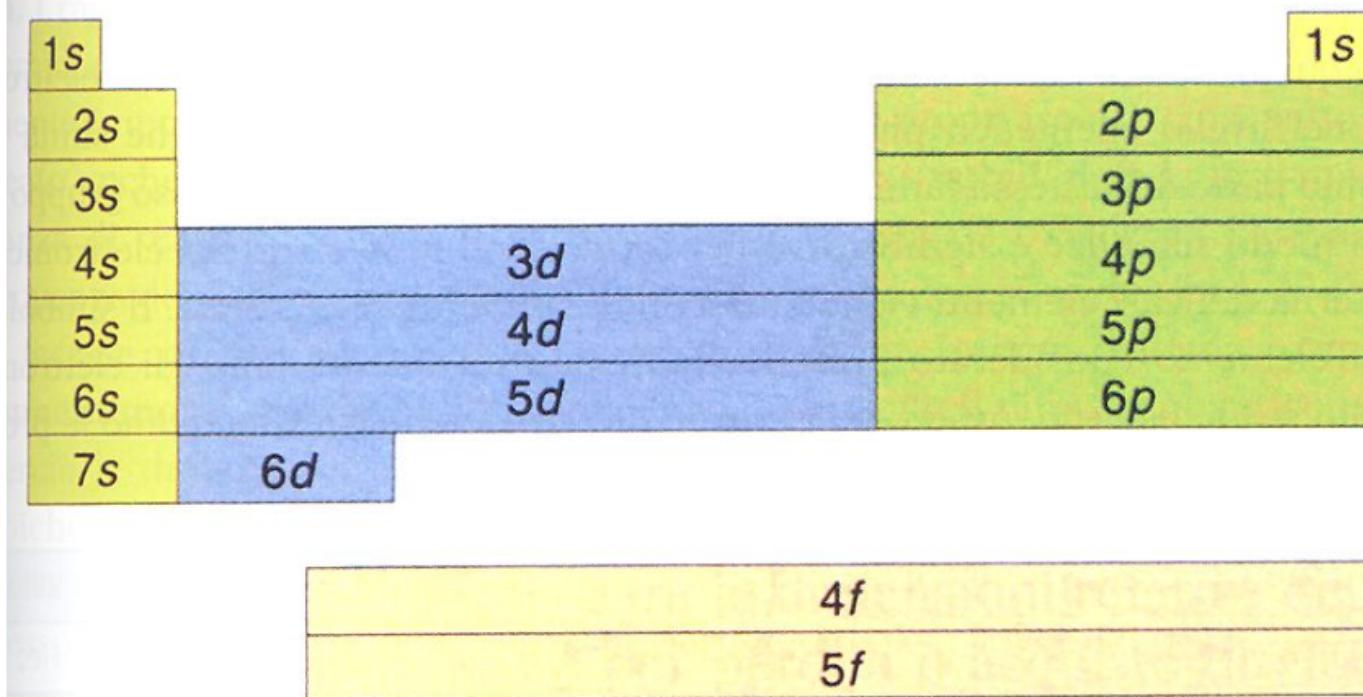
La **configurazione** del livello di valenza di **due atomi (dello stesso o di differenti elementi)** ci consente di prevedere **quanti** elettroni:

- scambieranno oppure
- condivideranno

L'**elettronegatività** ci consente di prevedere come tali elettroni saranno:

- scambiati [cioè di prevedere quale atomo (lo o li) cede e quale (lo o li) acquista]: **legame ionico**
- condivisi
 - [in modo omogeneo: formando un (o più) **legame covalente puro**] oppure
 - [in modo disomogeneo: formando un (o più) **legame covalente polare**]

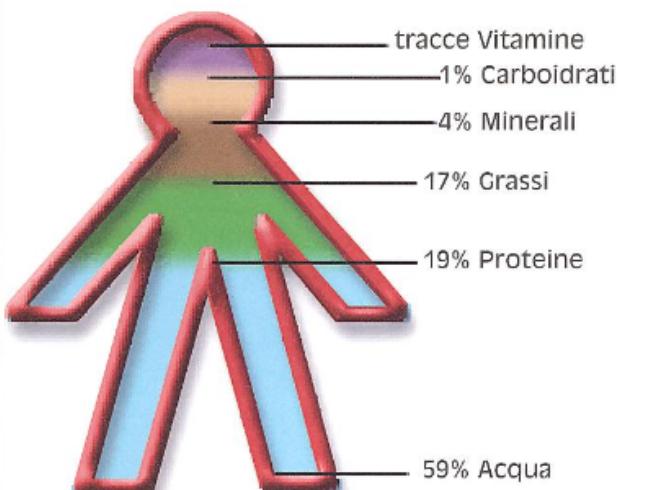




ELEMENTI DI INTERESSE BIOLOGICO

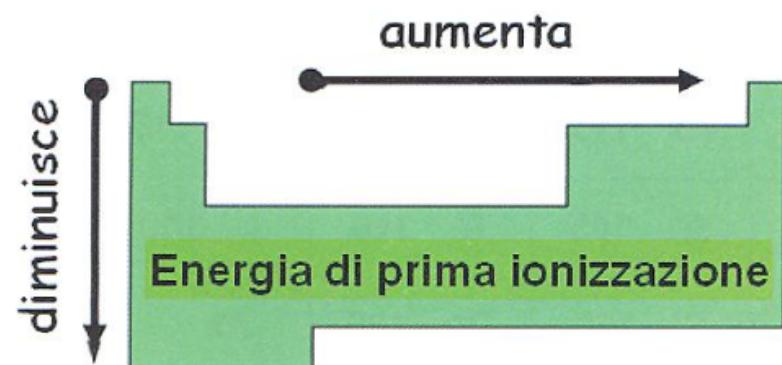
Un essere umano adulto è costituito mediamente da circa il 59-60% di acqua; 19-20% di proteine; 17% di grassi; 4% di carboidrati; 1% di carboidrati e tracce di vitamine. Gli elementi chimici che costituiscono la "vita biologica"

sono sicuramente 26, ma forse il loro numero arriva a 39 o più. In ordine decrescente di abbondanza compongono l'organismo umano: l'ossigeno, il carbonio, l'idrogeno, l'azoto, il calcio, il fosforo, il potassio, lo zolfo, il cloro, il sodio, il magnesio ed il ferro. Gli altri elementi sono ritenuti essenziali per la vita in quanto sono costituenti di biomolecole ed enzimi indispensabili alle funzioni vitali dell'organismo. Basti pensare all'importanza del selenio che in piccolo dose sembra prevenire l'insorgenza di tumori e rallentare l'invecchiamento cellulare.



POTENZIALE DI IONIZZAZIONE

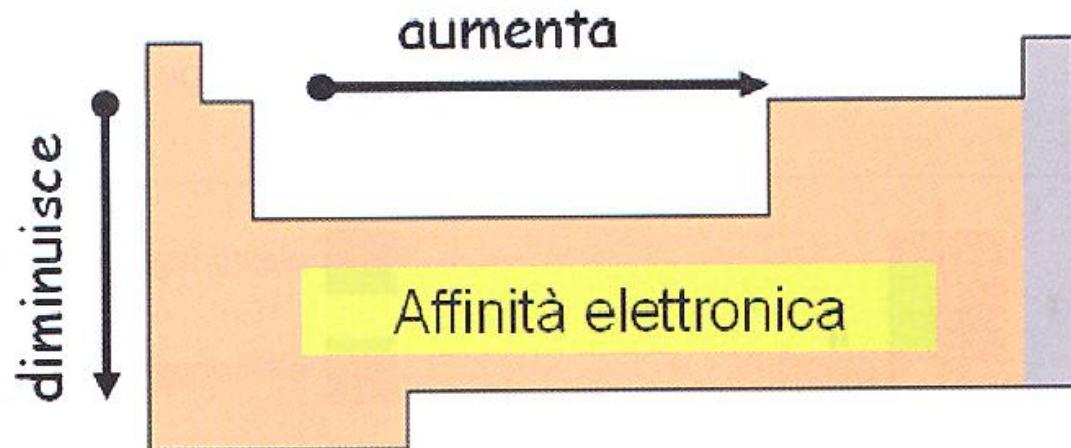
Energia necessaria a strappare l'elettrone più debolmente legato all'atomo isolato (allo stato gassoso) e portarlo a distanza infinita dal nucleo



Variazione dell'Energia di prima ionizzazione nella Tavola periodica degli elementi

AFFINITÀ ELETTRONICA

Energia liberata per acquisire un elettrone da parte di un atomo neutro



gruppo I		gruppo II		TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI														GAS NOBILI			
periodo	1	2	3	ELEMENTI DI TRANSIZIONE										18							
1	H Idrogeno 1,0079	Be Boronio 9,01216	Li Litio 6,941	Sc Scandio 44,9559	Ti Titano 47,90	V Vanadio 58,9415	Cr Cromo 51,996	Mn Manganese 54,9380	Fe Ferro 55,847	Co Cobalto 58,9332	Ni Nickel 58,71	Cu Rame 63,546	Zn Zinco 65,38	Al Alluminio 26,98154	Si Silicio 28,0855	P Fosforo 30,97376	S Zolfo 32,06	Cl Cloro 35,453	Ar Argon 39,948		
2	He Elio 4,00260		Na Sodio 22,9893	Mg Magnesio 24,305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
3	K Potassio 39,0983	Ca Calcio 40,08	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
4	Rb Rubidio 85,4678	Sr Stronzio 87,62	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
5	Yttrio 88,9059	Zirconio 91,22	Zr Zirconio 91,22	Nb Niobio 92,9064	Molibdeno 95,94	Tecnecio (98)*	Tecnecio 95,94	Rutenio 101,07	Rutenoio 102,055	Rhodium 106,4	Palladio 107,868	Argento 112,41	Cadmio 114,82	Indio 116,69	Stagno 121,75	Antimoniio 127,60	Tellurio 126,9045	Iodio 131,30	Xeno 131,30		
6	Cs Cesio 132,9054	Ba Bario 137,33	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
7	Fr Francio (223)*	Ra Radio (226)*	87	88	89	A Actinidi	Hf Afnio 178,49	Ta Tantalo 180,9479	Wolframio 183,85	Re Rhenio 186,2	Osmio 190,2	Iridio 192,22	Platino 195,09	Oro 196,9665	Mercurio 200,59	Piombo 204,37	Bismuto 207,2	Polonio (209)*	Astato (210)*	Radon (222)*	
							57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
							La Lantano 138,9055	Ce Cerio 140,12	Pr Praseodimio 140,9077	Nd Neodimio 144,24	Pm Promezio (145)*	Sm Samario 150,4	Eu Europio 151,06	Gd Gadolino 157,25	Tb Terbio 158,9254	Dy Disprosio 162,50	Ho Olimio 164,9304	Er Erbio 167,26	Tm Tulio 168,9342	Yb Itarbio 173,04	Lu Luforeo 174,96
							89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
							Ac Actino 227,02779	Th Tortio 232,0381	Pa Prototortino 231,0359	U Uranio 238,029	Np Neptunio (244)*	Pu Plutonio (244)*	Am Americio (243)*	Cm Curio (247)*	Bk Berchelio (247)*	Cf Californio (251)*	Es Einsteinio (252)*	Fm Fermio (257)*	Md Mendelevio (258)*	No Nobelio (259)*	Lr Laurenzio (260)*

- Classificazione secondo la IUPAC
- Classificazione comunemente usata

* Le masse tra parentesi indicano il numero di massa dell'isotopo più stabile.