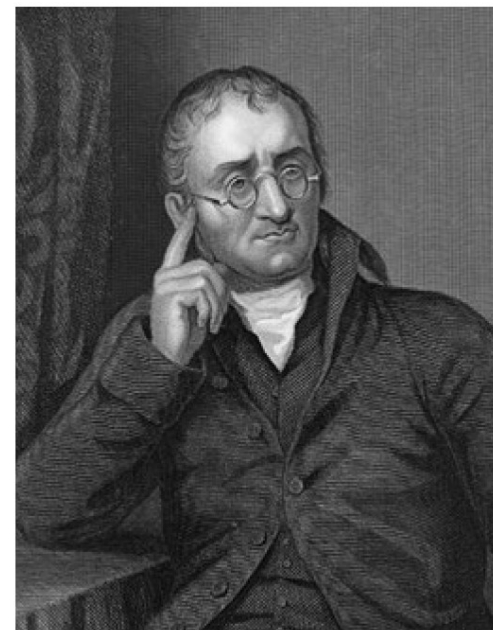


La teoria atomica

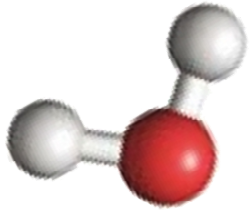
Prime ipotesi dell'esistenza di atomi: Democrito, V secolo a.C.

Teoria scientifica: Dalton (1807)

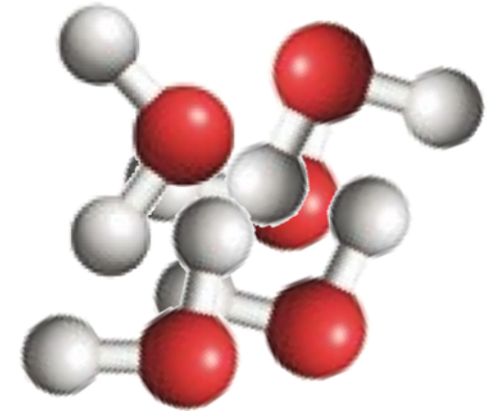
- La materia è formata da atomi (indivisibili).
- Atomi dello stesso elemento sono tra loro uguali per dimensioni e proprietà.
- I composti sono formati da specifiche combinazioni di atomi diversi in rapporti interi e piccoli.
- Le reazioni chimiche comportano un riarrangiamento di atomi, ma non la creazione o la distruzione di atomi (conservazione della massa = conservazione del numero e del tipo di atomi!).



Legge di Proust o delle proporzioni definite:

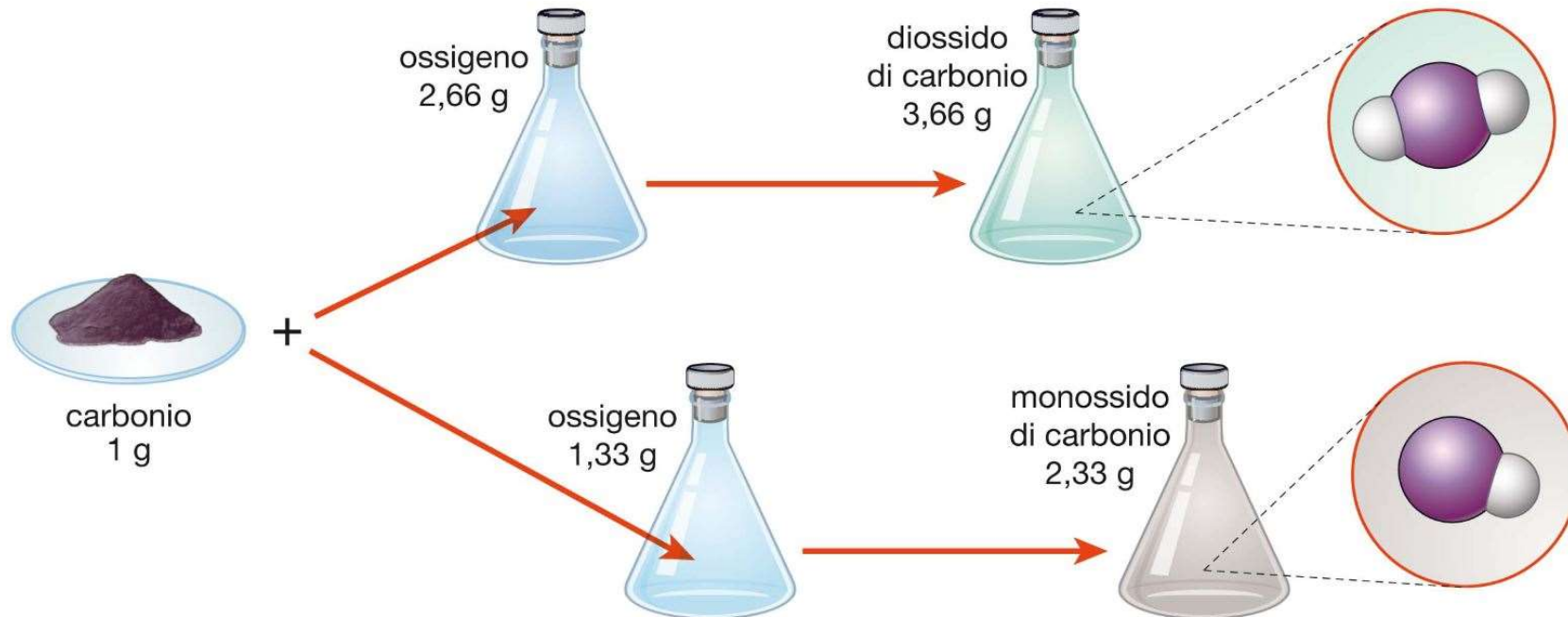


Campioni diversi dello stesso composto contengono proporzioni definite degli stessi elementi.



Legge delle proporzioni multiple:

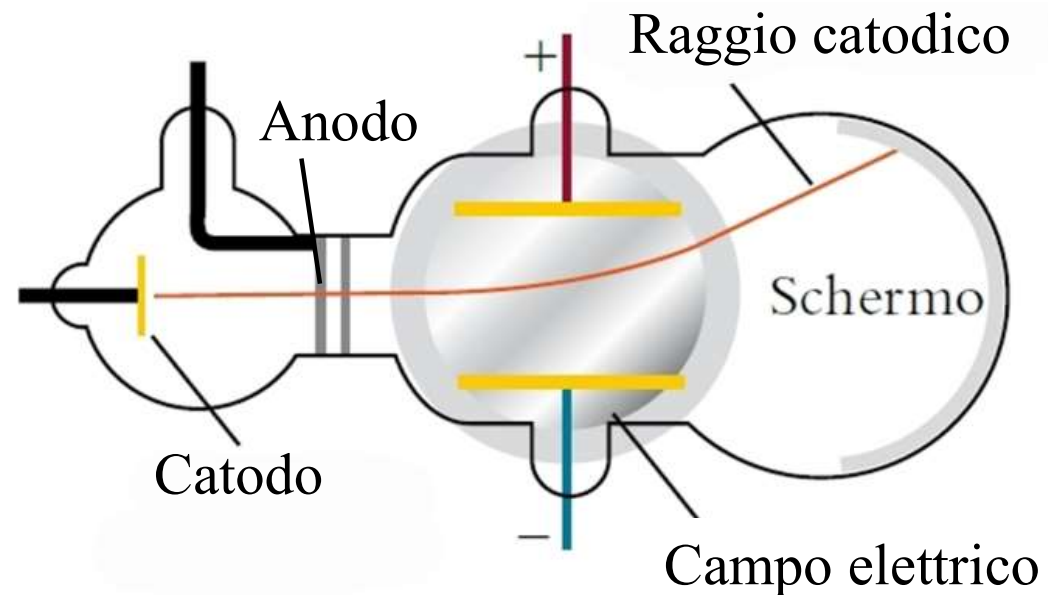
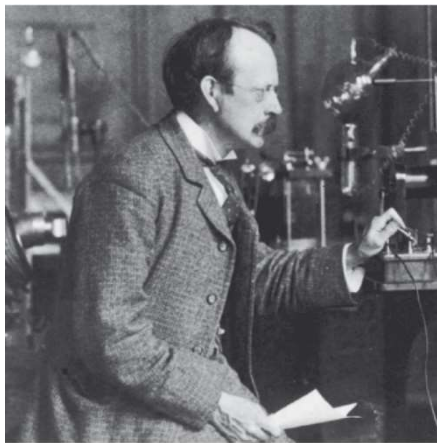
Se un elemento può combinarsi con un secondo in proporzioni diverse, le masse del primo elemento che si combinano con una stessa quantità del secondo stanno tra loro in proporzioni definite da numeri piccoli.



Struttura degli atomi

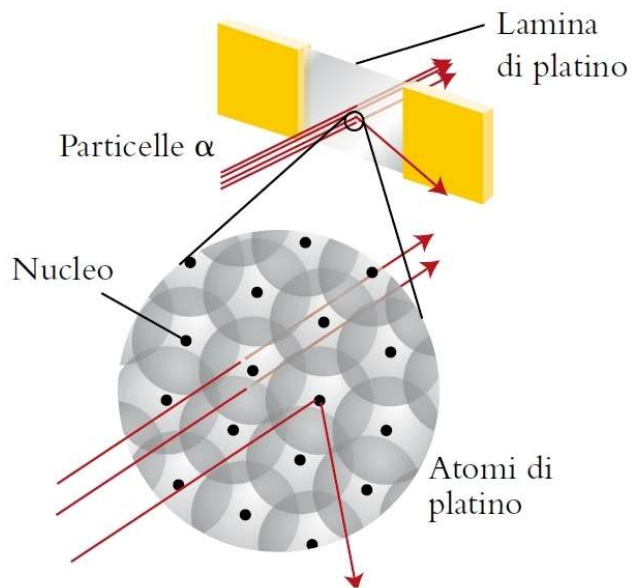
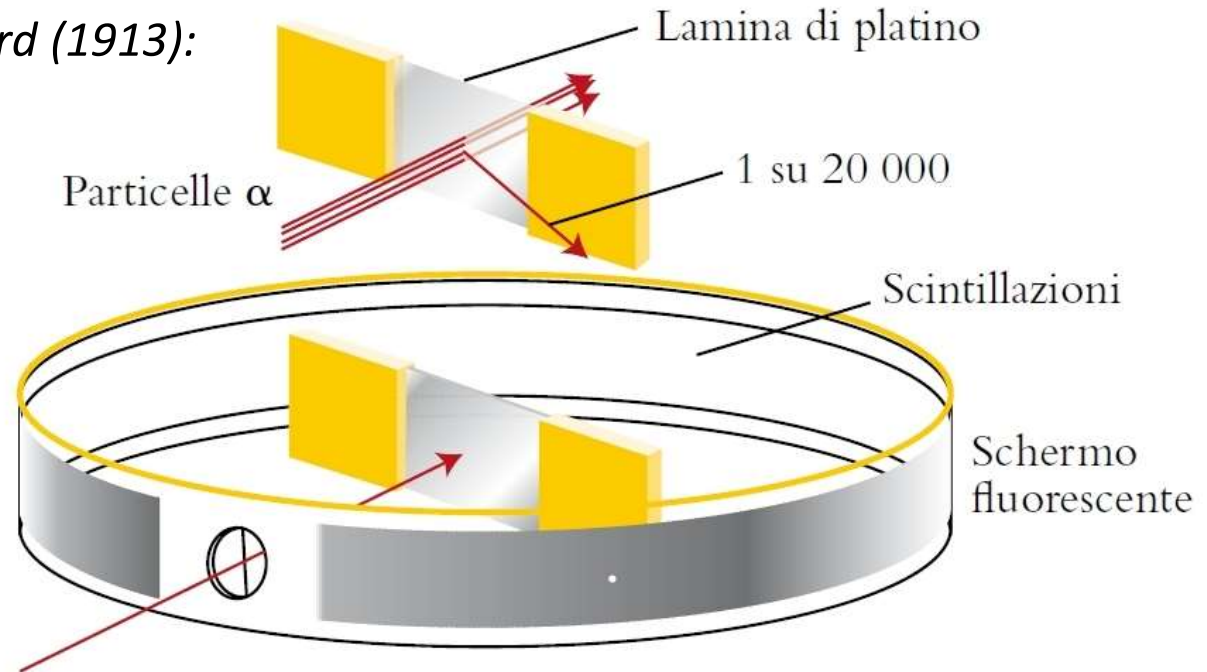
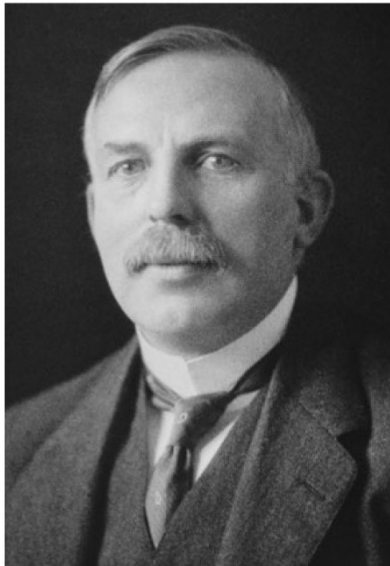
Dalla fine del XIX secolo, la fisica ha cominciato a studiare la struttura interna degli atomi, scoprendo l'esistenza di particelle subatomiche.

Esperimento con il tubo a raggi catodici (1890):



Individuazione di una particella con carica negativa e massa, chiamata **elettrone**, con le stesse caratteristiche indipendentemente dal catodo che viene utilizzato.

Esperimento di Rutherford (1913):



La maggior parte delle particelle α , particelle positive dotate di massa, attraversa la sottile lamina senza che la sua posizione sia variata. Volume vuoto nell'atomo! Il nucleo, positivo, al centro ha la dimensione di una biglia rispetto ad un campo di calcio.

Nel nucleo, particelle con carica positiva, ma massa molto maggiore dell'elettrone: **protoni**.

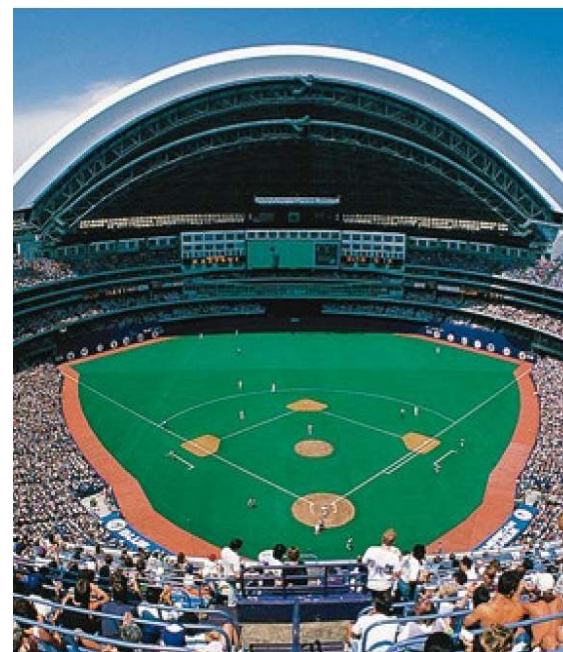
Raggio atomico: $100 \text{ pm} = 10^{-10} \text{ m} = 1 \text{ \AA}$

Raggio del nucleo atomico: $5 \cdot 10^{-3} \text{ pm} = 5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

Dal confronto tra:

- H: 1 protone
- He: 2 protoni, ma circa 4 volte il peso di H!

individuazione di un'altra particella subatomica, con massa simile a quella del protone, ma senza carica elettrica: il **neutrone** (Chadwick, 1932)



Particelle subatomiche:

Particella	Massa in g	Carica in C	Simbolo
Elettrone	$9.109383 \cdot 10^{-28}$	$-1.6022 \cdot 10^{-19}$	${}_{-1}^0\text{e}$ o e^{-}
Protone	$1.672622 \cdot 10^{-24}$	$+1.6022 \cdot 10^{-19}$	${}_{1}^1\text{p}$ o p^{+}
Neutrone	$1.674927 \cdot 10^{-24}$	0	${}_{0}^1\text{n}$ o n

} *nucleoni*

Numero atomico

Il numero atomico, o numero di protoni all'interno del nucleo, definisce l'elemento a cui l'atomo appartiene: atomi dello stesso elemento hanno lo stesso numero atomico. Indicato con la lettera **Z**.

Se l'atomo è neutro, il numero atomico è anche il numero di elettroni.

Se è uno ione positivo (catione): $n.e^- < Z$.

Se è uno ione negativo (anione): $n.e^- > Z$.

Esempio: Zn: $Z = 30$ Zn^{2+} : 30 p^+ , 28 e^-

Numero di massa

Numero di nucleoni presenti nell'atomo: protoni + neutroni. Indicato con la lettera **A**.

Numero di neutroni = $A - Z$

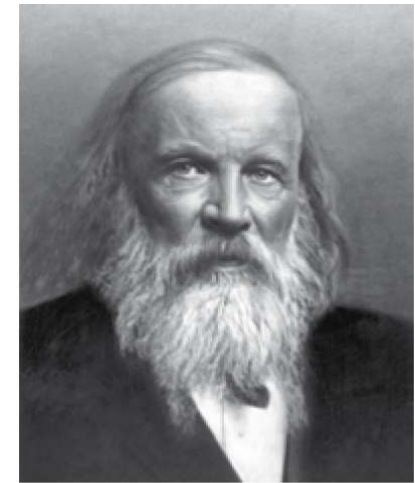
Un atomo viene indicato come: $\frac{A}{Z}X$

Esempio: $\frac{37}{17}Cl^-$ 17 p^+ , 18 e^- , 20 n

$\frac{79}{35}Br$ 35 p^+ , 35 e^- , 44 n

Tavola Periodica degli Elementi

Periodo	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	1,0079 H Idrogeno																	4,0026 He Elio
2	6,941 Li Litio	9,0122 Be Berillio											10,81 B Boro	12,011 C Carbonio	14,0067 N Azoto	15,9994 O Ossigeno	18,9984 F Fluoro	20,179 Ne Neon
3	22,9898 Na Sodio	24,305 Mg Magnesio											26,9815 Al Alluminio	28,0855 Si Silicio	30,9738 P Fosforo	32,06 S Zolfo	35,453 Cl Cloro	39,948 Ar Argon
4	39,0983 K Potassio	40,08 Ca Calcio	44,9559 Sc Scandio	47,88 Ti Titanio	50,9415 V Vanadio	51,996 Cr Cromo	54,938 Mn Manganese	55,847 Fe Ferro	58,9332 Co Cobalto	58,7 Ni Nichel	63,546 Cu Rame	65,38 Zn Zinco	68,72 Ga Gallio	72,59 Ge Germanio	74,9216 As Arsenico	78,96 Se Selenio	79,904 Br Bromo	83,8 Kr Kripton
5	85,4678 Rb Rubidio	87,62 Sr Stronzio	88,9059 Y Ittrio	91,22 Zr Zirconio	92,9064 Nb Niobio	95,94 Mo Molibdeno	98,906 Tc Tecnecio	101,07 Ru Rutenio	102,9055 Rh Rodio	106,4 Pd Palladio	107,868 Ag Argento	112,41 Cd Cadmio	114,82 In Indio	118,69 Sn Stagno	121,75 Sb Antimonio	127,6 Te Tellurio	126,9045 I Iodio	131,3 Xe Xenon
6	132,9054 Cs Cesio	137,33 Ba Bario	138,9055 La Lantanio	178,49 Hf Hafnio	180,9479 Ta Tantalio	183,85 W Tungsteno	186,207 Re Renio	190,2 Os Osmio	192,22 Ir Iridio	195,09 Pt Platino	196,9665 Au Oro	200,59 Hg Mercurio	204,37 Tl Tallio	207,2 Pb Piombo	208,9804 Bi Bismuto	209 Po Polonio	210 At Astatio	222 Rn Radon
7	223,0718 Fr Francio	226,025 Ra Radio	227,028 Ac Attinio															
				106,002 Rf Rutherfordio	108,000 Db Dubnio	110,000 Sg Seaborgio	112,000 Bh Bohrio	114,000 Hs Hassio	116,000 Mt Meitnerio	118,000 Ds Darmstadio	120,000 Rg Roentgenio	122,000 Cn Copernicio						
6	140,12 Ce Cerio	140,9077 Pr Praseodimio	140,9077 Nd Neodimio	144,24 Pm Promezio	145 Sm Samario	150,4 Eu Europio	151,96 Gd Gadolinio	157,25 Tb Terbio	158,9254 Dy Diospro	162,5 Ho Olimio	167,26 Er Erbio	168,9342 Tm Terbio	173,04 Yb Itterbio	174,967 Lu Lutezio				
7	232,0381 Th Torio	238,0289 Pa Protoattinio	238,0289 U Uranio	237,048 Np Nettunio	244 Pu Plutonio	243 Am Americio	243 Cm Curio	247 Bk Berchello	247 Cf Californio	251 Es Einsteinio	252 Fm Fermio	258 Md Mendelevio	259 No Nobelio	260 Lr Laurenzio				



E' un catalogo di tutti gli elementi noti, ordinati secondo le loro caratteristiche. Elementi simili venivano posti nella stessa colonna, elementi con un peso crescente venivano posti uno di seguito all'altro.

Dmitri Mendeleev e Lothar Meyer catalogarono contemporaneamente ma indipendentemente gli elementi noti

Metalli e non metalli

Non-metalli:

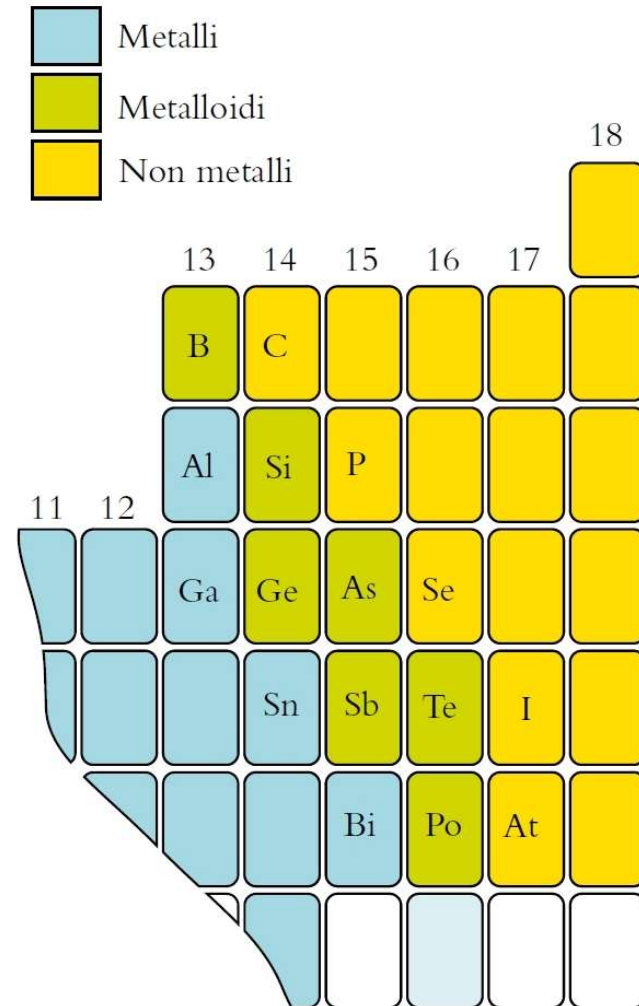
- Gas o solidi opachi a temperatura ambiente
- Cattivi conduttori di elettricità
- Quando reagiscono, producono ioni con carica negativa

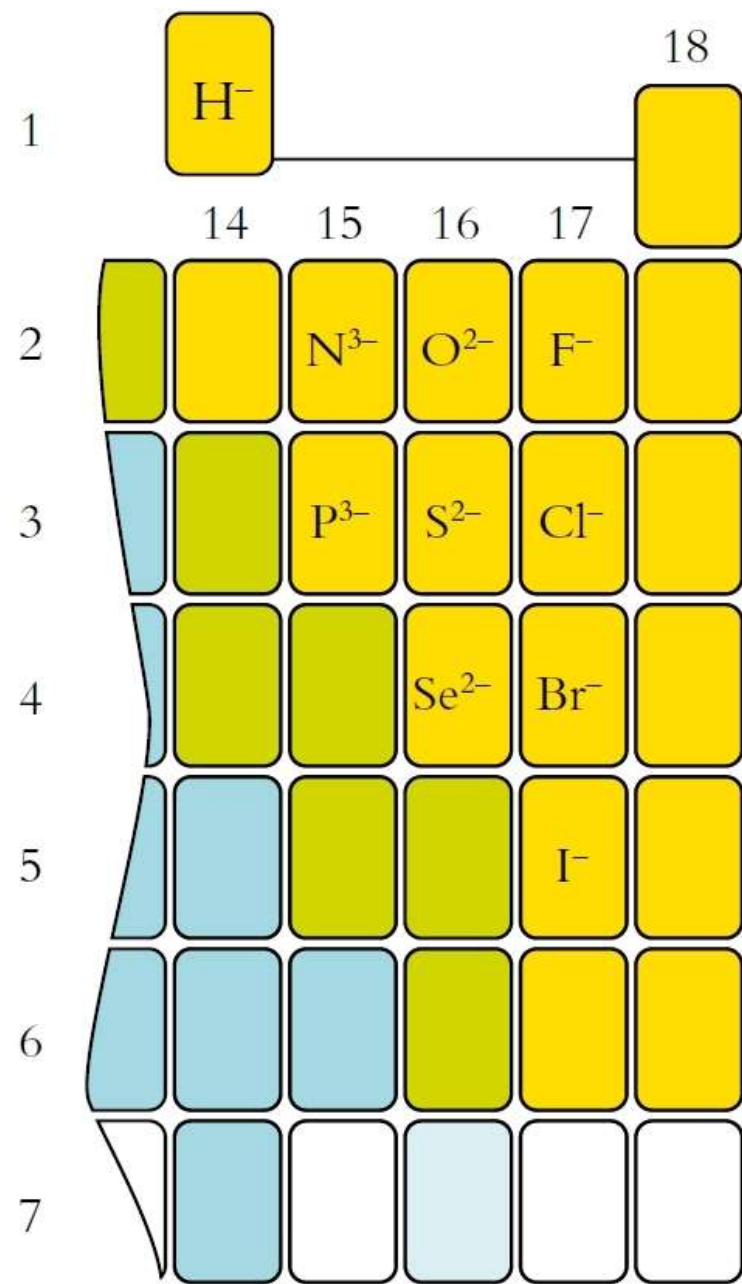
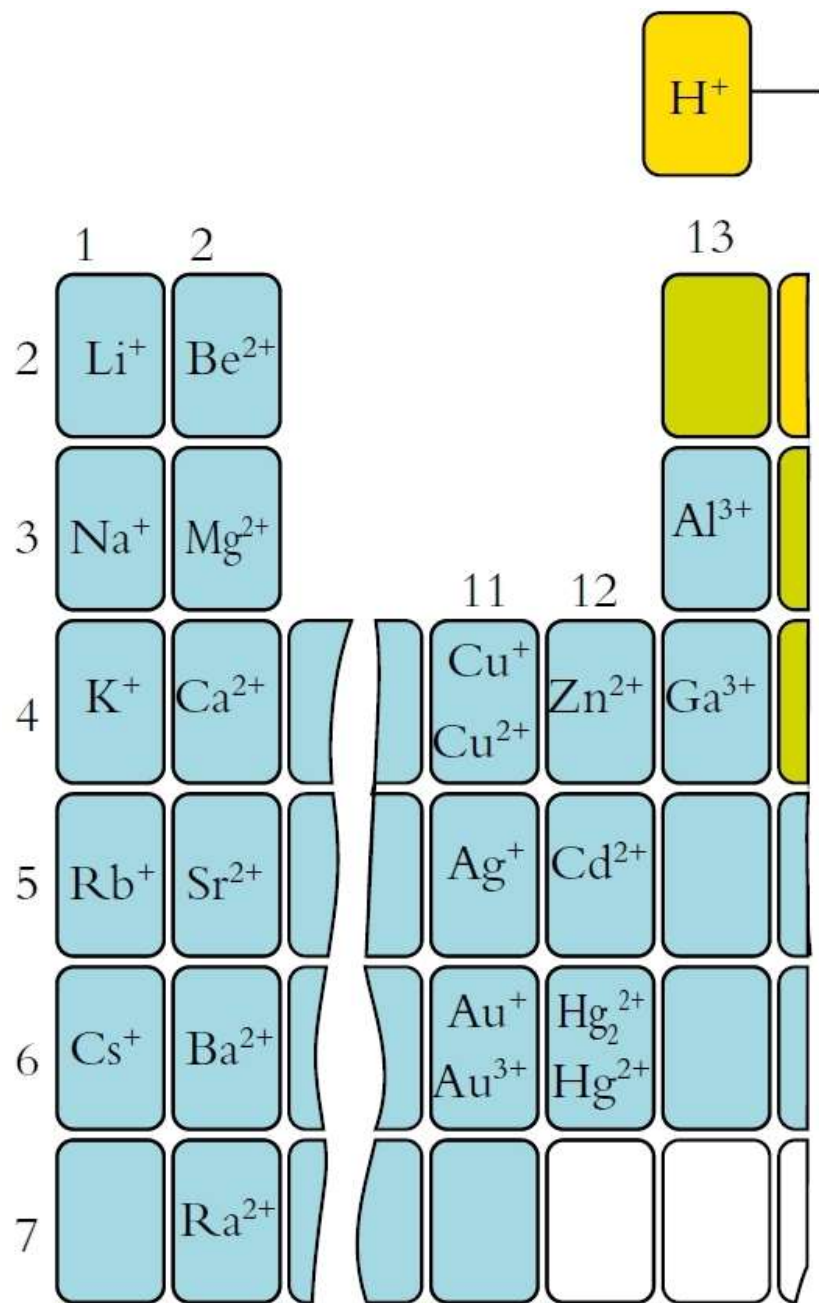
Metalli:

- Solidi a temperatura ambiente
- Buoni conduttori di elettricità
- Malleabili e lucenti
- Quando reagiscono, producono ioni con carica positiva

Semi-metalli:

- Hanno proprietà intermedie
- Semiconduttori, molto utilizzati in applicazioni tecnologiche





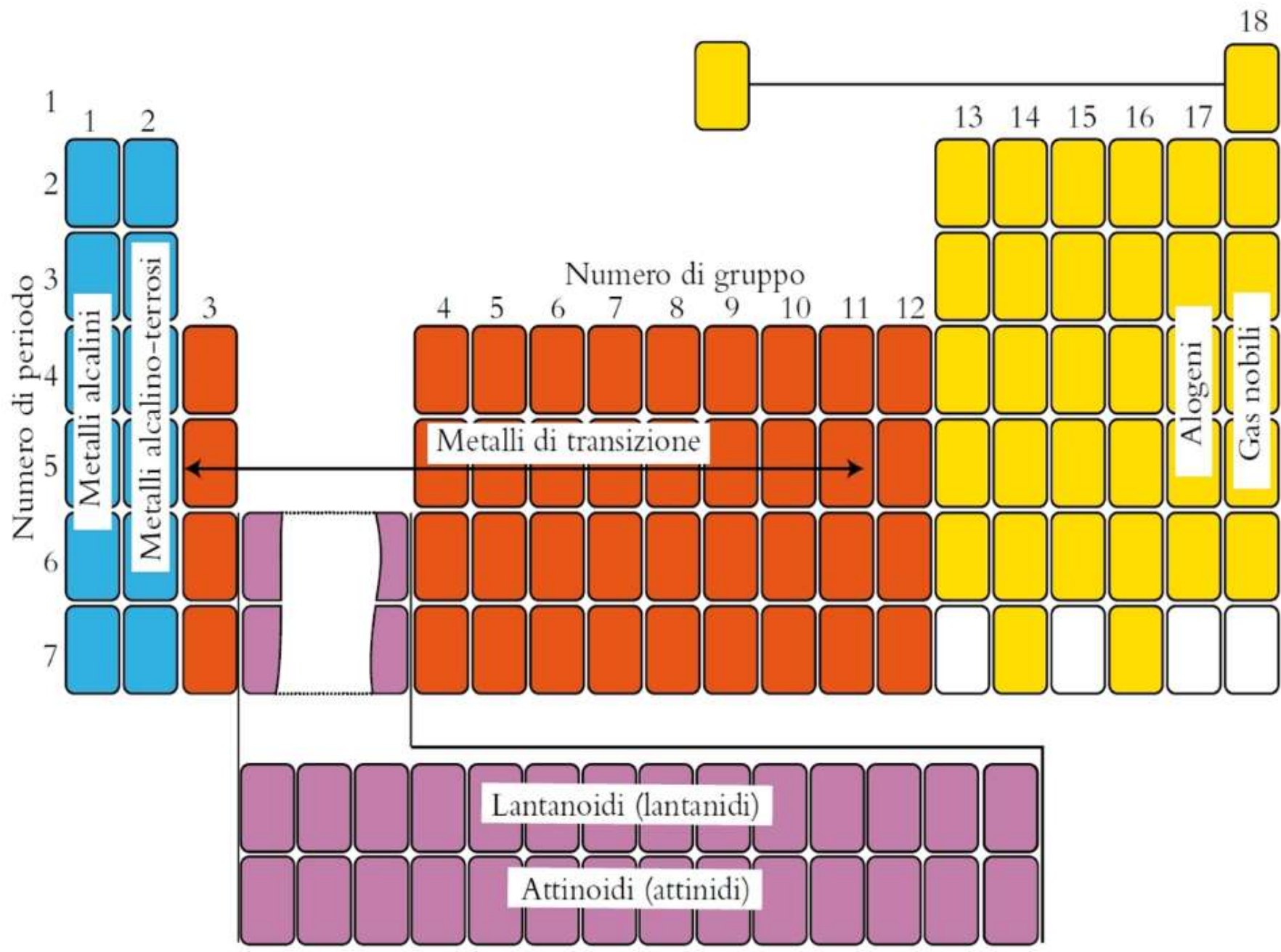
Periodi: orizzontali

Dimensioni crescenti

Gruppi: verticali

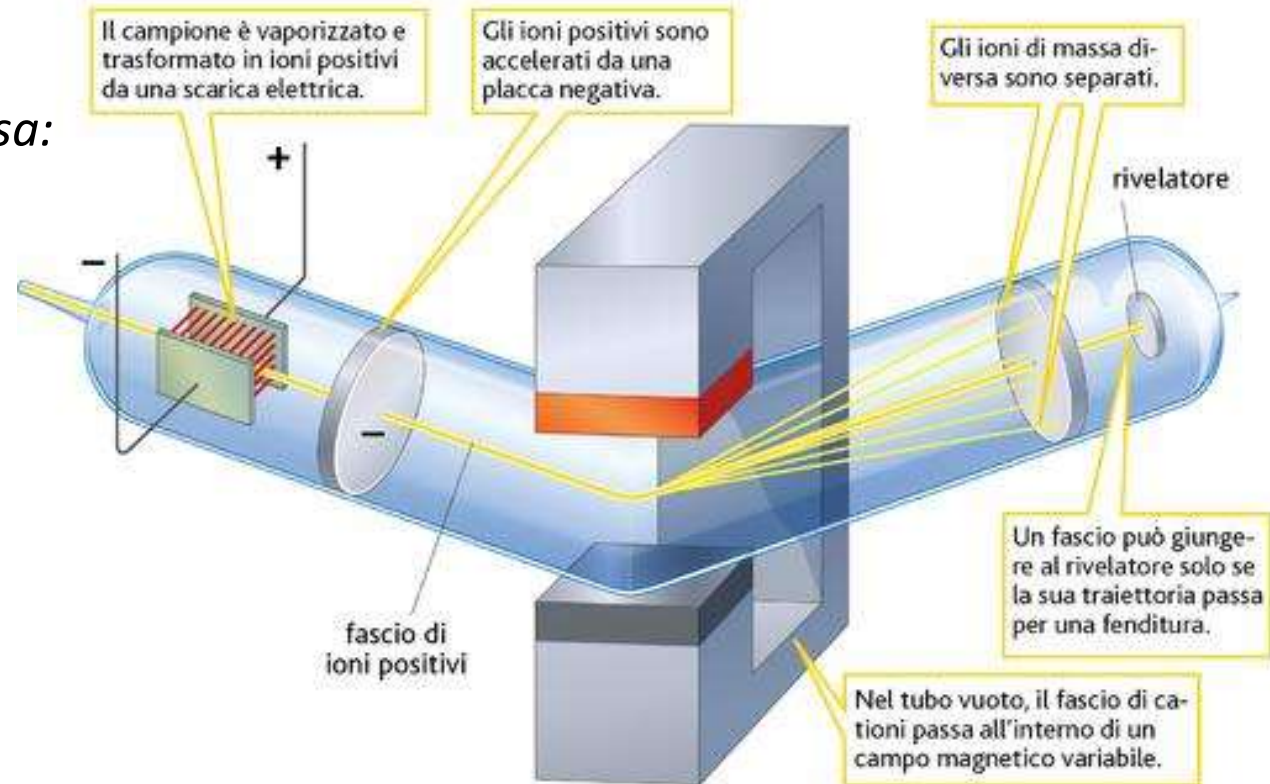
Proprietà chimiche (stato di aggregazione, reattività, ...) simili

1																	18				
I	2											13	14	15	16	17					
1 0,000899 -252,1 -253 H Idrogeno	2 6,941 +1 Li Litio	3 9,0122 +2 Be Berillio											5 10,81 +3 B Boro	6 12,011 4,2,-2,-4 -3 C Carbonio	7 14,0067 5,0,3,2,-2 -3 N Azoto	8 15,9994 -2 0,001429 -218,8 -183 O Ossigeno	9 18,9984 -2,-1 0,001189 -217,7 -188 F Fluoro	10 20,179 -1 0,0001785 -272,1 -269 He Elio			
III	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
11 22,9898 +1 Na Sodio	12 24,305 +2 Mg Magnesio									13 26,9815 +3 2,7 660,2 2520 Al Alluminio	14 28,0855 4,-4 2,42 1420,4 3267 Si Silicio	15 30,9738 -3 15 119 44,1 431 P Fosforo	16 32,06 -2 1,92 119 445 S Zolfo	17 35,453 -1 0,00322 -101,7 -34 Cl Cloro	18 39,948 0 0,001783 -186 -186 Ar Argon						
IV	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
19 39,0983 +1 0,86 62,8 758 K Potassio	20 40,08 +2 1,85 848,9 184 Ca Calcio	21 44,9559 3 3,02 1538,9 281 Sc Scandio	22 47,9 4 4,5 1690 349 Ti Titanio	23 50,9415 4 5,4,3,2 3,98 1930 3409 V Vanadio	24 51,996 6 6,3,2 7,41 1245 2082 Cr Cromo	25 54,938 +3 7,6,4,3,2,-1 7,88 1538,9 2862 Mn Manganese	26 55,847 +3 6,3,2,-2 9,88 1485 2914 Fe Ferro	27 58,9332 +3 3,2,-1 9,71 1485 2914 Co Cobalto	28 58,7 +3 3,2 9,88 1485 2914 Ni Nichel	29 63,546 2,1 8,96 1455 2868 2566 Cu Rame	30 65,38 2 7,1 1195,4 911 Zn Zinco	31 69,72 3 5,83 26,7 2347 Ga Gallio	32 72,59 4 5,3,-3 5,48 937,8 2854 Ge Germanio	33 74,9216 -3 7,3 937,8 2854 As Arsenico	34 78,96 -2 8,4,-2 4,82 229 679 Se Selenio	35 79,904 -1 7,5,3,1,-1 5,007139 -101,7 58 Br Bromo	36 83,8 0 8,6,4,2 0,00038 -182,9 -183 Kr Kripton				
V	37	38	39	40	41	42	43	(98)	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
37 85,4678 +1 1,53 38,9 694 Rb Rubidio	38 87,62 +2 3,86 939,9 184 Sr Stronzio	39 88,9059 3 3,8 1525,9 338 Y Ittrio	40 91,22 4 6,4 1830 449 Zr Zirconio	41 92,9064 5 6,4 2155,6 434 Nb Niobio	42 95,94 6 6,5,4,3,2 8,87 2155,6 434 Mo Molibdeno	43 (98) 11,5 2821,1 4610 Tc Tecnezio	44 101,07 +3 8,6,4,3,2,-2 12,16 1940,1 2964 Ru Rutenio	45 102,9055 +3 5,4,3,2,-1 12,44 1940,1 2964 Rh Rodio	46 106,4 +4 10,49 900,5 2163 Pd Palladio	47 107,868 2,1 8,66 320,9 767 Ag Argento	48 112,41 2 6,2 1248,1 2070 Cd Cadmio	49 114,82 3 7,28 150,4 2070 In Indio	50 118,69 4 5,3,-3 7,3 231,9 2823 Sn Stagno	51 121,75 -3 6,2 530,5 2823 Sb Antimonio	52 127,6 -2 6,2 448,9 688 Te Tellurio	53 126,9045 -1 7,5,3,1,-1 0,000855 -112 -112 I Iodio	54 131,3 0 8,6,4,2 0,000855 -112 -112 Xe Xenon				
VI	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	(209)	85	(210)	86	(222)
55 132,9054 +1 1,87 28,5 682 Cs Cesio	56 137,33 +2 3,5 704,4 2125 Ba Bario	57 138,9055 3 6,15 855 3457 La Lantanio	72 178,49 4 13,3 2129,4 4603 Hf Hafnio	73 180,9479 5 16,6 2993,3 5365 Ta Tantalio	74 183,85 6 6,5,4,3,2 19,3 3388,9 5555 W Tungsteno	75 186,207 +7 7,6,4,2,-1 21,02 3167,2 5687 Re Renio	76 190,2 +4 8,6,4,3,2,-2 22,4 2453,9 4389 Os Osmio	77 192,22 +4 6,4,3,2,1,-1 21,45 1775,5 3824 Ir Iridio	78 195,09 +4 4,2 19,3 2063 2808 Pt Platino	79 196,9665 3,1 13,5458 -36,9 357 Au Oro	80 200,59 2,1 11,86 302,8 1487 Hg Mercurio	81 204,37 3 3,1 11,34 307,4 1750 Tl Tallio	82 207,2 4 4,2 11,34 307,4 1750 Pb Piombo	83 208,9804 -3 8,78 271,3 1564 Bi Bismuto	84 (209) 5,3 8,4,2 -302 335 Po Polonio	(209)	85 210 -2 7,5,3,1,-1 -71 -62 At Astatio	(210)	86 (222) 0 7,5,3,1,-1 -71 -62 Rn Radon		
VII	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112									
87 (223) +1 27 674 Fr Francio	88 226,025 +2 10,87 1045,9 3300 Ra Radio	89 227,028 3 10,87 1045,9 3300 Ac Attinio	104 (261) +10 Rf Rutherfordio	105 (262) +10 Db Dubnio	106 (266) +10 Sg Seaborgio	107 (264) +10 Bh Bohrio	108 (277) +10 Hs Hassio	109 (268) +10 Mt Meitnerio	110 (271) +10 Ds Darmstadtio	111 (272) +10 Rg Roentgenio	112 (285) +10 Cn Copernicio										
STATI di AGGREGAZIONE a 20 °C																					
6	58	59	60	61	(145)	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	74	75	76	77	78	
58 140,12 4,3 6,9 753,3 3426 Ce Cerio	59 140,9077 4,3 6,48 930,9 3512 Pr Praseodimio	60 144,24 3 6,86 1015,9 3088 Nd Neodimio	61 (145) +3 7,22 1071,9 3480 Pm Promezio	62 150,4 3,2 7,75 1071,9 1791 Sm Samario	63 151,96 3,2 5,24 828 1597 Eu Europio	64 157,25 3 7,9 1311,9 3266 Gd Gadolinio	65 158,9254 4,3 8,23 1356,9 3223 Tb Terbio	66 162,5 3 8,55 1407 2562 Dy Disprozio	67 164,9304 3 8,7 1469,9 2695 Ho Olmio	68 167,26 3 9,07 1497 2663 Er Erbio	69 168,9342 3 9,32 1544,9 1947 Tm Tulio	70 173,04 3,2 9,7 1629,9 1194 Yb Itterbio	71 174,967 3 9,84 1662,9 3395 Lu Lutezio								
7	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103							
90 232,0381 +4 11,3 1984,2 4788 Th Torio	91 (209) +4 5,4,3 1500 Pa Protoattinio	92 238,029 +6 6,5,4,3 1125,4 4134 U Uranio	93 237,048 +6 6,5,4,3 1984 3902 Np Nettunio	94 (244) +6 6,5,4,3 2825 3902 Pu Plutonio	95 (243) +6 6,5,4,3 1125,4 4134 Am Americio	96 (247) +3 13,67 1175 2814 Cm Curio	97 (247) +3 18,84 1340 Bk Berchelio	98 (251) +3 18,84 1407 Cf Californio	99 (252) +3 18,84 1469,9 Es Einsteinio	100 (257) +3 18,84 1544,9 Fm Fermio	101 (258) +3 18,84 1629,9 Md Mendelevio	102 (259) +3 18,84 1709,9 No Nobelio	103 (260) +3 18,84 1794,9 Lr Laurenzio								



Isotopi

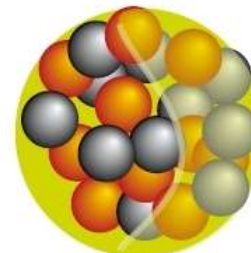
Spettrometro di massa:



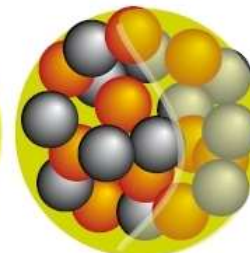
Isotopi: atomi dello stesso elemento che hanno un numero diverso di neutroni nel nucleo.



Neon-20
($^{20}_{10}\text{Ne}$)



Neon-21
($^{21}_{10}\text{Ne}$)



Neon-22
($^{22}_{10}\text{Ne}$)

Massa atomica

Riportata nella Tavola Periodica in *unità di massa atomica* (u.m.a.), anche chiamata *Dalton* (Da), come massa atomica relativa.

L'unità di massa atomica, o Dalton, è definita come 1/12 della massa dell'isotopo 12 del carbonio ($A=12, {}^{12}_6C$) cioè $1.661 \cdot 10^{-24}$ g.

Il valore della massa atomica indicato sulla Tavola Periodica tiene conto della presenza di isotopi con diversa massa nei campioni naturali di ciascun elemento (**abbondanza isotopica**).

Ad esempio: il carbonio ha 3 isotopi: ${}^{12}C$, presente per il 98.89%; ${}^{13}C$, presente per l'1.11%; ${}^{14}C$, presente solo in tracce.

La massa atomica viene calcolata come media pesata dei diversi isotopi:

$$\text{massa atomica} = \frac{(m.\text{isotopo1} \cdot \% \text{isotopo1}) + (m.\text{isotopo2} \cdot \% \text{isotopo2}) + \dots}{100}$$

Ad esempio: per il boro ($Z=5$) esistono 2 isotopi:

Isotopo 1: $A=10$ e abbondanza relativa del 19.91%,

Isotopo 2: $A=11$ e abbondanza relativa del 80.09%.

$$\text{massa B} = \frac{10.00 \cdot 19.91 + 11.00 \cdot 80.09}{100} = 10.80 \text{ u. m. a.}$$

Esercizi

1. Calcolare la massa atomica dell'Ne, sapendo che un campione di Ne è composto da 3 isotopi: ^{20}Ne con massa 19.992435 u e abbondanza relativa 90.5%; ^{21}Ne con massa 20.993843 u e abbondanza relativa 0.27%; infine, ^{22}Ne con massa 21.991383 u.

$$m_{\text{Ne}} = \frac{m^{20}\text{Ne} \cdot \%^{20}\text{Ne} + m^{21}\text{Ne} \cdot \%^{21}\text{Ne} + m^{22}\text{Ne} \cdot \%^{22}\text{Ne}}{100}$$
$$= \frac{19.992435 \cdot 90.5 + 20.993843 \cdot 0.27 + 21.991383 \cdot (100 - 90.5 - 0.27)}{100}$$
$$m_{\text{Ne}} = 20.2$$

2. Il rame ha 2 isotopi stabili, ^{63}Cu con massa 62.9298 u e ^{65}Cu con massa 64.9278 u. Conoscendo la massa media del rame (dalla Tavola Periodica), valutare l'abbondanza relativa di ciascun isotopo del rame.

$$m_{\text{Cu}} = \frac{m^{63}\text{Cu} \cdot \%^{63}\text{Cu} + m^{65}\text{Cu} \cdot \%^{65}\text{Cu}}{100} = 63.546$$
$$\frac{62.9298 \cdot \%^{63}\text{Cu} + 64.9278 \cdot (100 - \%^{63}\text{Cu})}{100} = 63.546$$
$$\%^{63}\text{Cu} = 69.159\% \quad \text{e} \quad \%^{65}\text{Cu} = 30.841\%$$