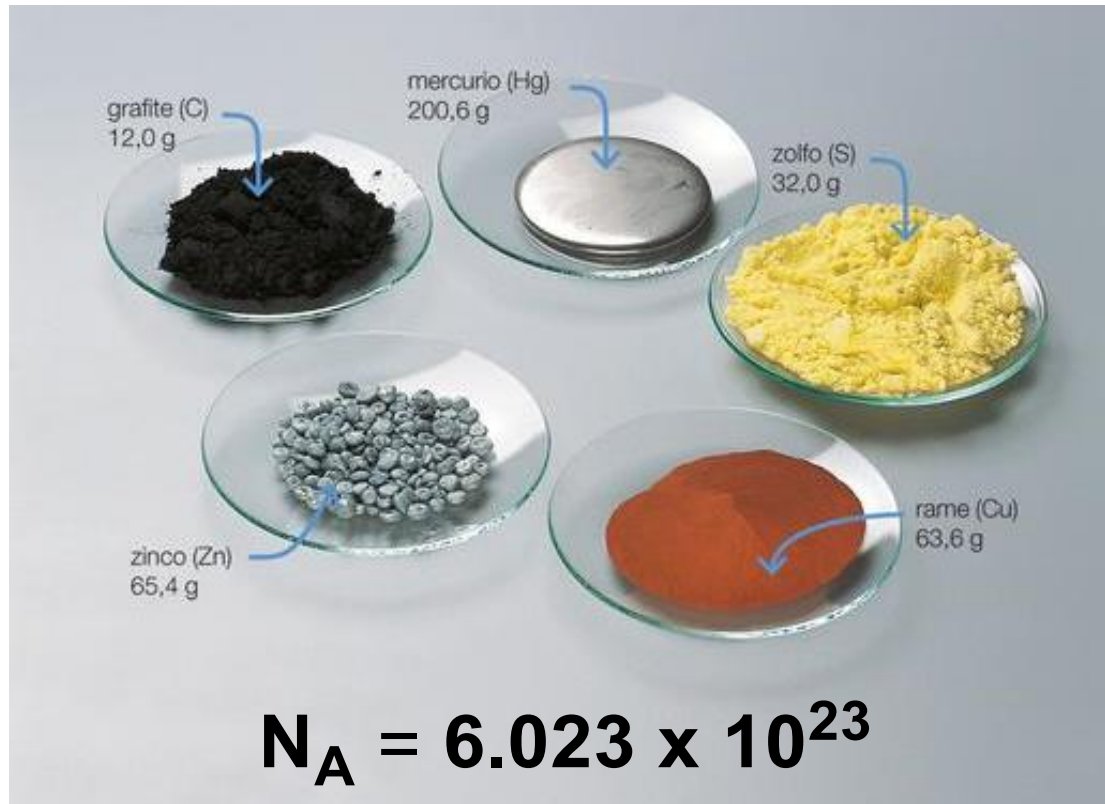


Lezione 2. L'Atomo, Gli Elementi, La Mole



- *Struttura dell'atomo*
- *Isotopi e abbondanza isotopica*
- *Massa (peso) atomica*
- *Definizione di Mole*

Composizione dell'Atomo

La materia è costituita da **ATOMI**

L' atomo è costituito da **protoni (p^+)**

A) NUCLEO (positivo)

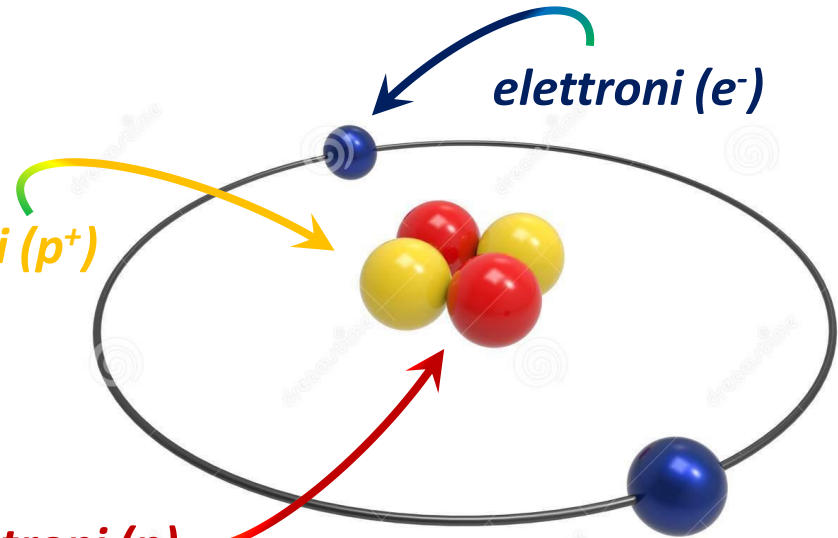
B) ELETTRONI (negativi)

Il nucleo è costituito da

A) NEUTRONI (neutri)

B) PROTONI (positivi)

neutroni (n)



Modello (semplificato!)
dell'atomo di **Elio**

In un atomo **neutro**:

Numero di protoni è uguale al **Numero di elettroni**

Dimensioni Atomiche

*La massa di un atomo è concentrata nel nucleo
di dimensione molto piccola*

$$r \sim 10^{-4} \text{Å} \quad (1 \text{Å} = 10^{-10} \text{ m})$$

Il volume di un atomo ($r = 1 - 2.5 \text{Å}$) è determinato dal numero di elettroni



Proprietà delle Particelle Fondamentali

	Carica elettrica		Massa	
	SI (C)	Atomica	SI (g)	Atomica (u) ^a
Protone	$+1.6022 \times 10^{-19}$	+1	1.6726×10^{-24}	1.0073
Neutrone	0	0	1.6749×10^{-24}	1.0087
Elettrone	-1.6022×10^{-19}	-1	9.1094×10^{-28}	0.00054858

^au è il simbolo SI dell'unità di massa atomica (abbreviata come amu).

u = unità di massa atomica (uma) definita come la dodicesima parte della massa dell'atomo di Carbonio con 6 Protoni e 6 Neutroni



**La massa del ^{12}C viene posta esattamente uguale a 12:
Essa costituisce lo standard di riferimento rispetto
al quale sono espresse le masse degli altri elementi**

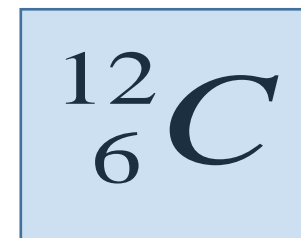
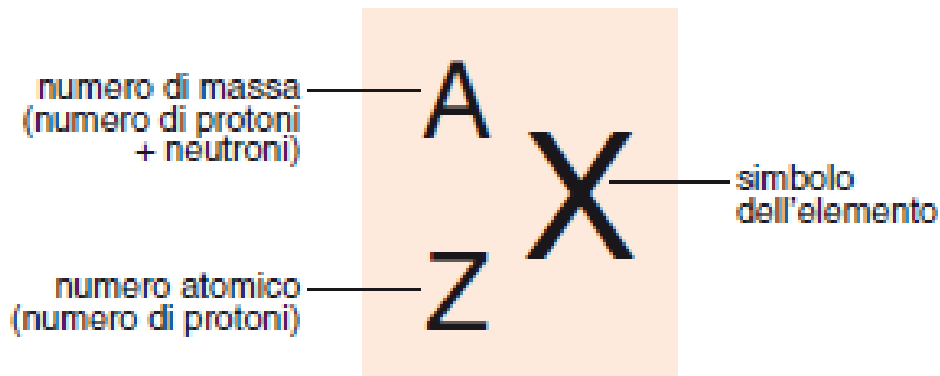
Numero Atomico e Numero di Massa

Z = Numero atomico

Indica il numero di **protoni** presenti in un atomo

A = Numero di massa

È la somma del numero di **protoni** e di **neutroni** di un atomo



**Il Carbonio ha
6 protoni e 6 neutroni**

Gli Elementi Chimici

Ogni elemento chimico ha un **nome** ed un **simbolo** distintivo

Simbolo chimico: abbreviazione di una o due lettere del nome (la prima è maiuscola):

C, Carbonio **O**, Ossigeno **S**, Zolfo (Sulfur) **N**, Azoto (Nitrogen)
Pb, Piombo (Plumbum) **Na**, Sodio (Natrium) **K**, Potassio (Kalium)

Gli Elementi successivi all'**Uranio** ($Z = 92$) non sono presenti in natura

Ioni

Atomi che hanno perso od acquistato uno o più elettroni
diventano carichi e si definiscono **ioni**

Catione: un atomo tende a **perdere** uno o più elettroni,
diventando uno ione **positivo**

Anione: un atomo tende ad **acquistare** uno o più elettroni,
diventando uno ione **negativo**

Elementi più comuni

Abbondanza di alcuni elementi chimici nella crosta terrestre (in ppm)

Alluminio	84.149	Nibio	8
Ferro	52.157	Torio	5,6
Magnesio	28.104	Arsenico	2,5
Sodio	22.774	Stagno	1,7
Titanio	4.136	Uranio	1,3
Manganese	774	Tungsteno	1
Fosforo	567	Iodio	0,71
Bario	456	Tantalo	0,7
Zolfo	404	Lutezio	0,3
Stronzio	320	Antimonio	0,2
Cromo	135	Cadmio	0,08
Zinco	72	Argento	0,055
Rame	27	Mercurio	0,03
Cobalto	26,6	Palladio	0,0015
Nickel	26,6	Platino	0,0015
Lantanio	20	Oro	0,0013
Litio	16	Rutenio	0,00057
Piombo	11	Iridio	0,000037

La Tavola Periodica degli Elementi

Gli elementi sono disposti secondo il numero atomico crescente

1 1A 1 H 1.00794	2 2A											Non-metalli					18 8A
3 Li 6.941	4 Be 9.01218	Metalli										Metalloidi					2 He 4.00260
11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B		10 10B	11 11B	12 12B	13 3A Al 26.9815	14 4A Si 28.0855	15 5A P 30.9738	16 6A S 32.063	17 7A Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.887	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.845	27 Co 58.9332	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.293
55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	57-71 La-Lu	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.084	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 Ac-Lr	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Cn		114 Fl		116 Lv		
*Serie dei lantanidi	57 La 138.905	58 Ce 140.116	59 Pr 140.908	60 Nd 144.242	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.500	67 Ho 164.930	68 Er 167.259	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967		
†Serie degli attinidi	89 Ac (227)	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)		

Gas nobili



D. I. Mendeleev
(1834-1907)

Metalli: solidi,* malleabili, duttili, conduttori di calore ed elettricità

Non-metalli: proprietà «opposte» a quelle dei metalli

Gas nobili: inerti

Metalloidi: proprietà intermedie tra metalli e non metalli

La Tavola Periodica degli Elementi

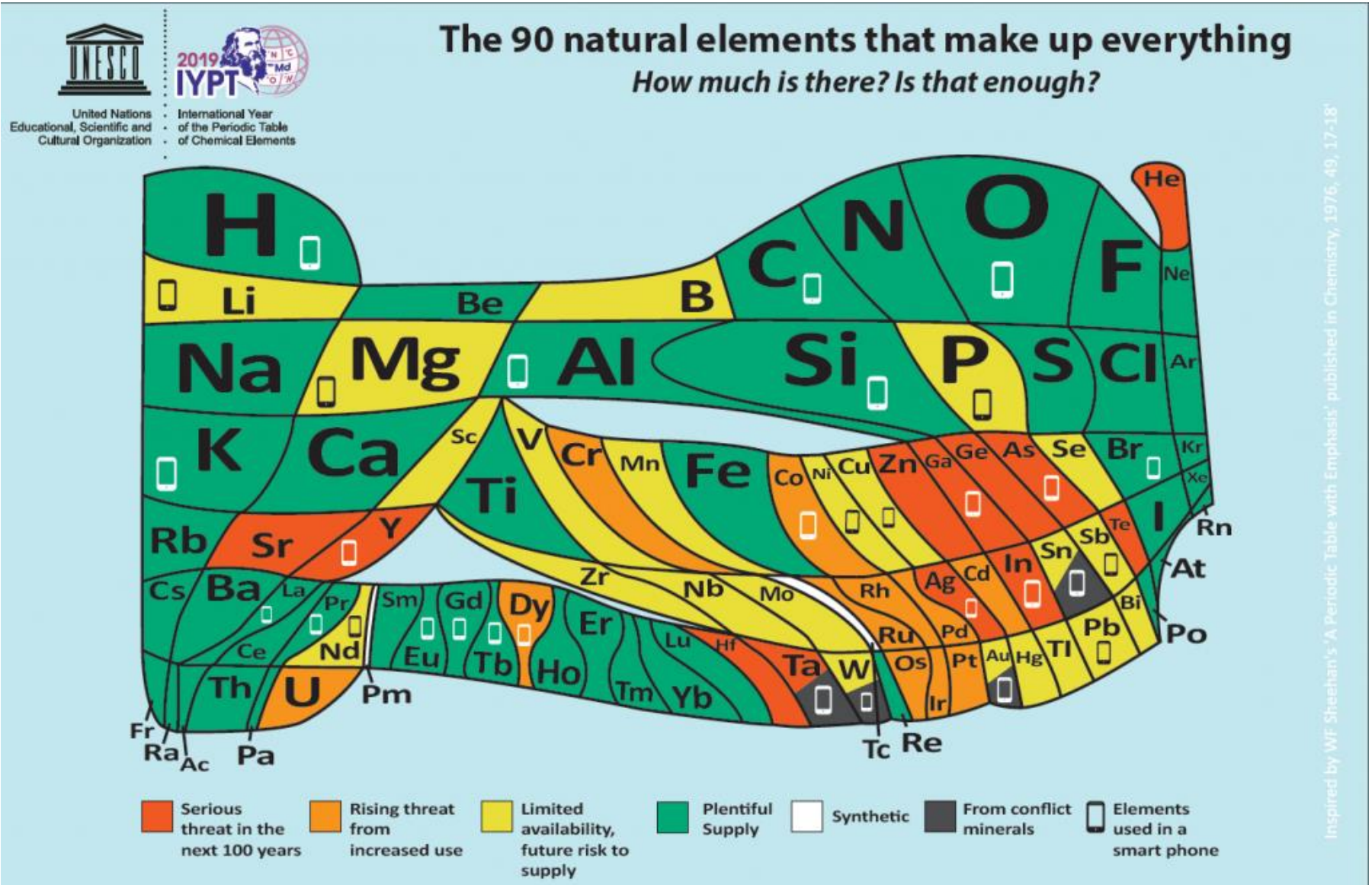
Gli elementi sono disposti secondo il numero atomico crescente

← **Gruppi** →
(identificano elementi con proprietà simili)

Periodi

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	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lanthanides		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	
Actinides		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	

Abbondanza Relativa degli Elementi



Tutti gli atomi con lo stesso numero atomico Z si comportano chimicamente allo stesso modo

Elemento

- **Nome** Carbonio
- **Simbolo** C
- **Numero atomico** 6
- **Numero di massa** $6 + (6 \rightarrow 12)$

Isotopi

Atomi di un elemento con diverso numero di massa

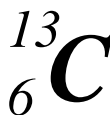
Uguale numero atomico

Diverso numero di neutroni

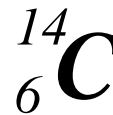
In natura esistono tre isotopi del carbonio



6 neutroni



7 neutroni

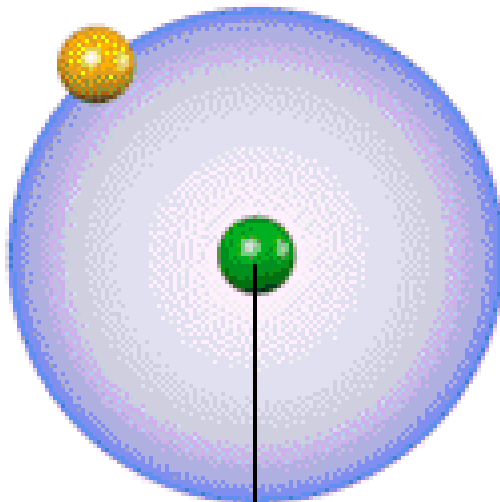


8 neutroni

Isotopi dell'Idrogeno

Idrogeno

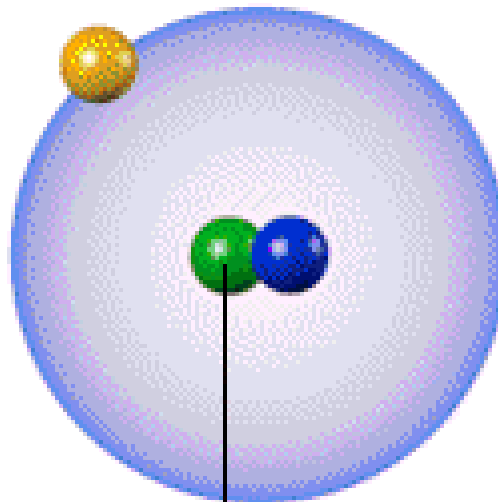
IDROGENO
COMUNE



Un **protone**
 ${}^1_1\text{H}$

Deuterio

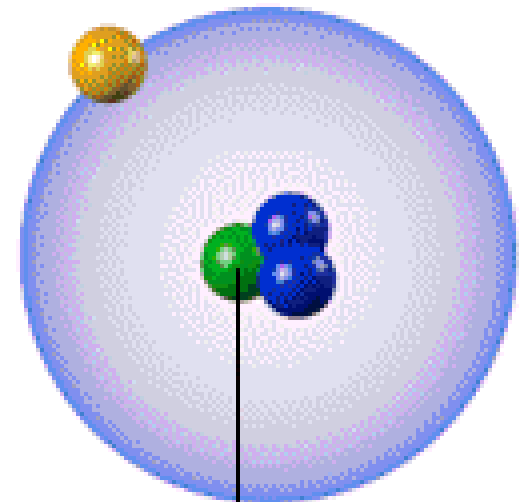
IDROGENO
PESANTE



Un protone
e un neutrone
 ${}^2_1\text{H}$

Trizio

IDROGENO
RADIOATTIVO

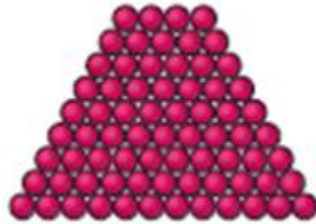


Un protone
e due neutroni
 ${}^3_1\text{H}$

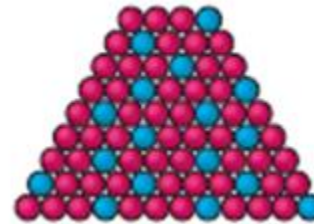
Peso atomico naturale

Media pesata delle masse degli isotopi naturali presenti

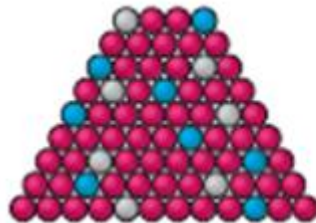
6	12.011
4197 3827	2,5
C	
[He]2s ² 2p ²	2,±4
2.25	



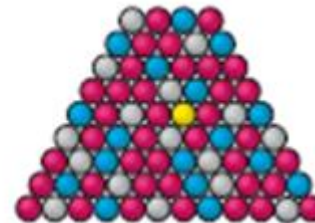
Fluoro: esiste un solo tipo di atomo (¹⁹F)



Cloro: 75.77% degli atomi sono ³⁵Cl e i rimanenti sono ³⁷Cl



Magnesio: isotopo principale, ²⁴Mg e due minori, ²⁵Mg e ²⁶Mg



Piombo: 1.4% ²⁰⁴Pb, 24.1% ²⁰⁶Pb, 22.1% ²⁰⁷Pb, 52.4% ²⁰⁸Pb

Alcuni Isotopi e Loro Abbondanza Relativa

Elemento	Isotopo	Abbondanza isotopica naturale (%)	Protoni (Z)	Neutroni (N)
carbonio	$^{12}_6\text{C}$	98,89	6	6
	$^{13}_6\text{C}$	1,11	6	7
	$^{14}_6\text{C}$	tracce	6	8
azoto	$^{14}_7\text{N}$	99,63	7	7
	$^{15}_7\text{N}$	0,36	7	8
ossigeno	$^{16}_8\text{O}$	99,76	8	8
	$^{17}_8\text{O}$	0,03	8	9
	$^{18}_8\text{O}$	0,20	8	10
cloro	$^{35}_{17}\text{Cl}$	75,77	17	18
	$^{37}_{17}\text{Cl}$	24,33	17	20
neon	$^{20}_{10}\text{Ne}$	90,92	10	10
	$^{21}_{10}\text{Ne}$	0,26	10	11
	$^{22}_{10}\text{Ne}$	8,82	10	12

Massa (peso) atomica naturale

Media pesata delle masse degli isotopi naturali presenti

${}^{35}_{17}\text{Cl}$	34.97 u	75.53 %	$0.7553 \cdot 34.97 \text{ u}$	26.41
${}^{37}_{17}\text{Cl}$	36.97 u	24.47 %	$0.2447 \cdot 36.97 \text{ u}$	9.047
				35.46

${}^{24}_{12}\text{Mg}$	23.985 u	78.70 %	$0.7870 \cdot 23.985 \text{ u}$	18.88
${}^{25}_{12}\text{Mg}$	24.986 u	10.13 %	$0.1013 \cdot 24.986 \text{ u}$	2.531
${}^{26}_{12}\text{Mg}$	25.983 u	11.17 %	$0.1117 \cdot 25.983 \text{ u}$	2.902
				24.31

La Mole

La Mole è l'unità di misura della **quantità di sostanza** (abbreviata in **mol**)

La mole è definita come la **quantità di sostanza** di un sistema che contiene un **numero di entità pari al numero atomi** presenti in 12 grammi di ^{12}C



1 mole di ^{12}C

**12 grammi
di ^{12}C**

**1 mole di atomi di ^{12}C contiene
 $6.02214179 \times 10^{23}$ atomi**

**$N_A = 6.02214179 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Costante di Avogadro**

$1 \text{ mol } ^{12}\text{C} = 6.022 \times 10^{23} \text{ atomi } ^{12}\text{C} = 12.000 \text{ g } ^{12}\text{C}$



**A. Avogadro
(1776-1856)**

Il Numero di Avogadro

Il valore in grammi della massa di una mole di atomi coincide con la massa atomica (media pesata) in unità di massa atomica

1 mol C = 6.022×10^{23} atomi C = 12.01 g

($A_C = 12.01 u$)

1 mol Hg = 6.022×10^{23} atomi Hg = 200.6 g

($A_{Hg} = 200.6 u$)

1 mol Cu = 6.022×10^{23} atomi Cu = 63.55 g

($A_{Cu} = 63.55 u$)

1 mol Zn = 6.022×10^{23} atomi Zn = 65.38 g

($A_{Zn} = 65.38 u$)



***Massa molare (M):** massa di una mole di atomi (misurata in **g/mol**)*