

L'atomo

Gli atomi sono per convenzione le unità costituenti le sostanze.

Queste possono essere costituite da atomi di una sola specie atomica e allora si chiamano **sostanze elementari**; oppure da atomi di specie diverse e allora si chiamano sostanze composte o **composti**.

Le sostanze costituiscono la materia, cioè tutto ciò che ha massa.

Il **protone**, il **neutrone** ed l'**elettrone** sono le tre particelle subatomiche che costituiscono l'atomo.

Il raggio di un atomo è dell'ordine di 1 \AA (10^{-10} m).

Il nucleo ha un raggio di $\sim 10^{-5} \text{ \AA}$.

L'atomo

Il nucleo è costituito da neutroni e protoni (nucleoni).

Il neutrone non ha carica e la sua massa è $1,675 \times 10^{-27} \text{ Kg}$.

Il protone ha una carica positiva di $1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}$ e una massa di $1,673 \times 10^{-27} \text{ Kg}$.

L'elettrone ha carica uguale e di segno opposto al protone; la sua massa è $9,1095 \times 10^{-31} \text{ Kg}$.

Il numero di protoni presenti nel nucleo di un atomo viene definito come **numero atomico Z**.

La somma dei neutroni e dei protoni presenti nel nucleo di un atomo viene definito **numero di massa A**.

I nuclidi

Un nuclide è un atomo caratterizzato dal **numero atomico Z** (numero di protoni) e dal **numero di massa A** (numero di neutroni e di protoni).

$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix}$ Simbolo

Il nuclide neutro ha un numero di elettroni uguale a quello di protoni.



Na 11 protoni 11 elettroni 12 neutroni

Na⁺ 11 protoni 10 elettroni 12 neutroni

Gli isotopi

Nuclidi con lo stesso Z ma differente A possono esistere e si chiamano **isotopi**.

Una stessa specie atomica ha, di norma, diversi isotopi. Si parla di miscela isotopica naturale la composizione dei vari nuclidi di un dato elemento presente in natura.

Alcuni nuclidi sono stabili, altri sono instabili (radioattivi) e decadono attraverso una reazione nucleare. La composizione del nucleo in termini di protoni e neutroni determina la stabilità del nuclide.

I diversi **isotopi** di uno stesso elemento hanno **uguali proprietà chimiche** e **diverse proprietà fisiche**.

Nuclidi stabili

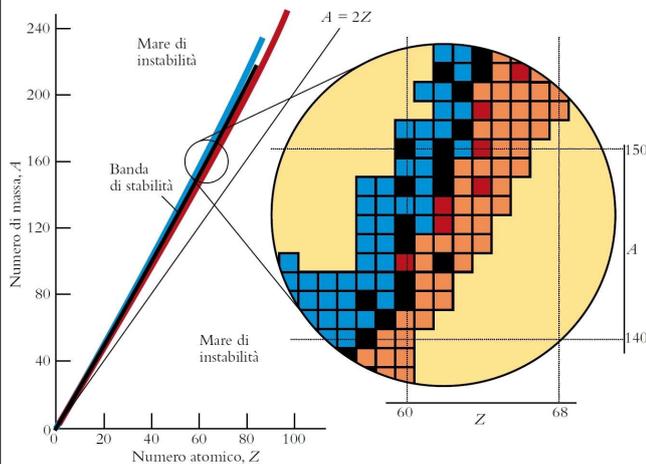


Figura 10A.13 Il modo in cui la stabilità nucleare dipende dal numero atomico e dal numero di massa. I nuclidi disposti lungo la sottile banda nera (la banda di stabilità) sono generalmente stabili. Quelli che si trovano nella banda azzurra hanno probabilità di emettere particelle β , quelli situati nella banda rossa particelle α . I nuclei della regione in arancione hanno probabilità di emettere positroni o di catturare elettroni. La retta indica la posizione che i nuclidi avrebbero se il numero dei protoni e dei neutroni fosse lo stesso ($A = 2Z$). L'insero ingrandisce il grafico in prossimità di $Z = 60$.

Le specie atomiche note sono 118, di cui 91 naturali; di queste, 81 hanno almeno un nuclide stabile.

Tavola Periodica degli elementi

Gruppo

- Metalli Alcalini
- Metalli Alcalino-Terrosi
- Lantanidi
- Attinidi
- Elementi di Transizione
- Metalloidi / Non Metalli
- Alogeni
- Gas Nobili

Proprietà Fisiche

- Valenza
- Densità (g/cm³)
- Temperatura di Fusione (°C)
- Temperatura di Ebollizione (°C)
- Numero Atomico
- Peso Atomico
- Numero di Ossidazione
- Simbolo
- Nome

Legend

- SOLIDI
- LIQUIDI
- GASSOSI
- ARTIFICIALI

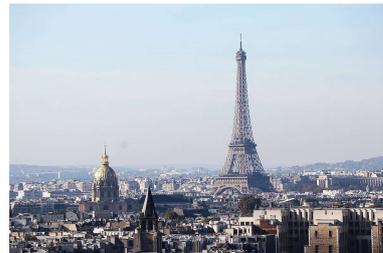
Periodo	1 IA	2 IA	3 IIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIB	9 VIIB	10 VIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	H	He																
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne										
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						
8	Ce		Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Serie dei Lantanidi		
9	Th		Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Serie degli Attinidi		

P.E. Lecoq

C. Winkler

Alluminio		Silicio	
13	31	14	32
	69,72		72,59
	3,2		4,3
	5,93		5,46
	28,7		957,8
	2247		2834
	Ga		Ge
	Gallio		Germanio

Francia vs Germania

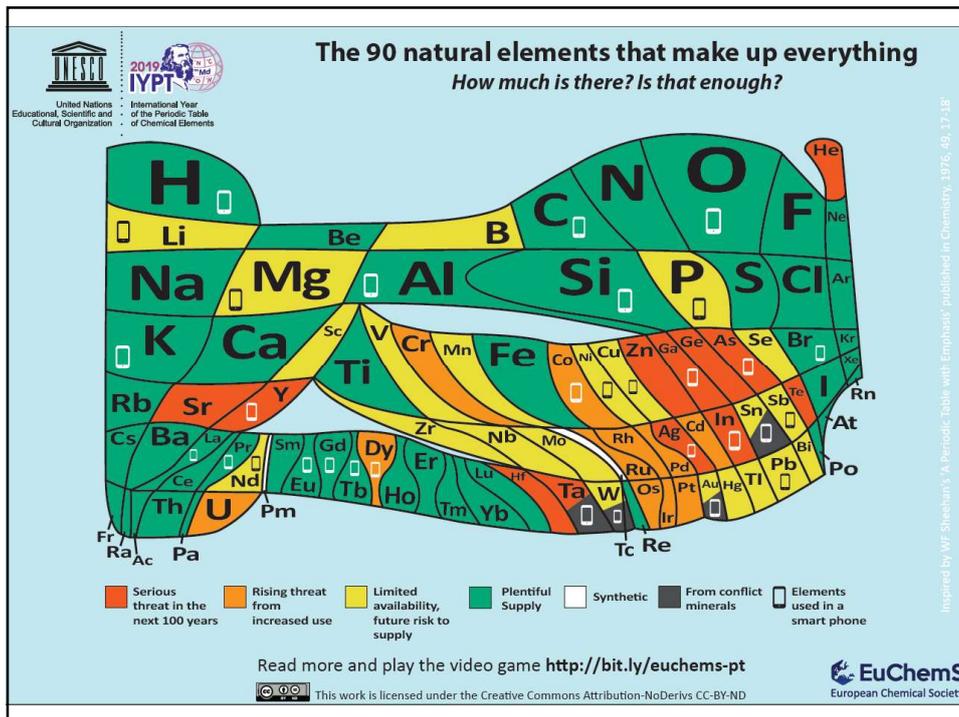


Ytterbium & Lutetium



70	173,04	71	174,967
	3,2		3
	6,97		9,84
	803,9		1862,9
	1194		3395
	Yb		Lu
	Itrbio		Lutezio

Aldebaran & Cassiopeium



La mia prima domanda riguarda le macchine elettriche e la loro diffusione.

Sono sempre stata convinta che la loro diffusione risolverebbe gran parte del problema del riscaldamento globale riducendo le emissioni di CO₂. Molti sostengono però che, poiché per fabbricarle sono necessarie grandissime quantità di materiali come il litio e il cobalto che sono presenti in quantità finite, non sarebbero un'alternativa "sostenibile". Oggi Lei ha fatto notare anche l'impatto sociale della ricerca di determinate risorse, che io onestamente avevo sempre ignorato. A maggior ragione, il mio dubbio persiste: il gioco vale la candela?

Diritti Umani

EMERGENZA COOPERAZIONE PROFUGHI DIRITTI UMANI IMMIGRAZIONE VOLONTARIATO

Congo, bambini in miniera ad estrarre cobalto per cellulari, tablet, computer e auto

Da *Nigeria.it*. Un'indagine di Amnesty International e Afrivatch, che coinvolge i principali marchi di elettronica e case automobilistiche. Al centro del business è una società cinese, la Congo Dongfang Mining International. Su 16 aziende intervistate solo una ha ammesso la provenienza del materiale. Le altre hanno detto di non saperlo. Centinaia di morti all'anno

@ MARCO SIMONCELLI *

ASSONATA **Rcp** 27 gennaio 2016

ROMA - Tutti noi oggi facciamo largo uso di cellulari, tablet, computer portatili e altri dispositivi elettronici portatili e tutti noi spesso imprecchiamo a cause della scarsa durata delle batterie ai ioni ricaricabili che li fanno funzionare. Pochi di noi però hanno la consapevolezza del fatto che il cobalto, elemento grazie al quale si riesce a produrre queste batterie, viene ottenuto attraverso il lavoro sottopagato e inumano di adulti



Morti sul lavoro e paghe da fame: il cobalto "sporco" nel cuore dell'auto pulita del futuro

Tesla pronta a rinunciare all'uso del metallo nelle batterie per le vetture elettriche dopo le denunce in America per lo sfruttamento di minorenni nelle miniere del Congo, da cui arriva il 60% della produzione mondiale. Nel mirino delle cause anche Apple, Dell, Google e Microsoft ma l'addio al minerale (di cui la Cina controlla gran parte di commercio e giacimenti) non sarà facile

La mia prima domanda riguarda le macchine elettriche e la loro diffusione.

Sono sempre stata convinta che la loro diffusione risolverebbe gran parte del problema del riscaldamento globale riducendo le emissioni di CO₂. Molti sostengono però che, poiché per fabbricarle sono necessarie grandissime quantità di materiali come il litio e il cobalto che sono presenti in quantità finite, non sarebbero un'alternativa "sostenibile". Oggi Lei ha fatto notare anche l'impatto sociale della ricerca di determinate risorse, che io onestamente avevo sempre ignorato. A maggior ragione, il mio dubbio persiste: il gioco vale la candela?

Na per Li
Mn, Fe, Ni per Co



RECYCLING !!!!

Tavola Periodica degli

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	H	He										
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne				
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn

Metalli Alcalini, Metalli Alcalino-Terrosi, Lantanidi, Attinidi, Elementi di Transizione, Metalloidi / Non Metalli, Alogeni, Gas Nobili.

La mia prima domanda riguarda le macchine elettriche e la loro diffusione.

Sono sempre stata convinta che la loro diffusione risolverebbe gran parte del problema del riscaldamento globale riducendo le emissioni di CO₂. Molti sostengono però che, poiché per fabbricarle sono necessarie grandissime quantità di materiali come il litio e il cobalto che sono presenti in quantità finite, non sarebbero un'alternativa "sostenibile". Oggi Lei ha fatto notare anche l'impatto sociale della ricerca di determinate risorse, che io onestamente avevo sempre ignorato. A maggior ragione, il mio dubbio persiste: il gioco vale la candela?

Electric Vehicles Smart Fleets



Electric Unmanned aerial vehicles



La mia prima domanda riguarda le macchine elettriche e la loro diffusione.

Sono sempre stata convinta che la loro diffusione risolverebbe gran parte del problema del riscaldamento globale riducendo le emissioni di CO₂. Molti sostengono però che, poiché per fabbricarle sono necessarie grandissime quantità di materiali come il litio e il cobalto che sono presenti in quantità finite, non sarebbero un'alternativa "sostenibile". Oggi Lei ha fatto notare anche l'impatto sociale della ricerca di determinate risorse, che io onestamente avevo sempre ignorato. A maggior ragione, il mio dubbio persiste: il gioco vale la candela?

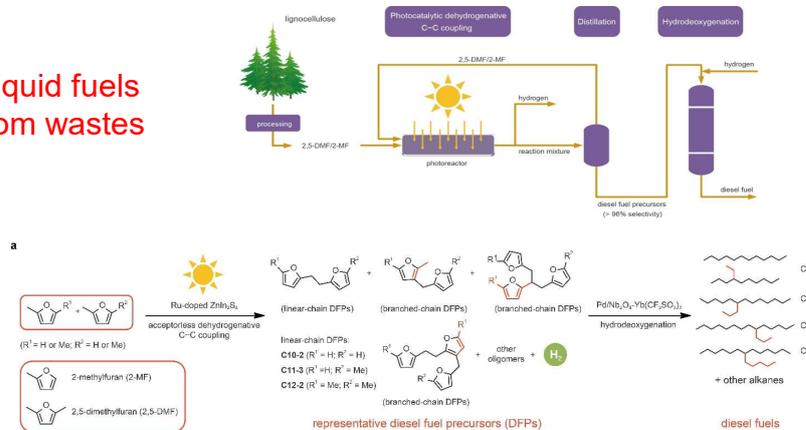


7 hrs 260,000 Kg of batteries

La mia prima domanda riguarda le macchine elettriche e la loro diffusione.

Sono sempre stata convinta che la loro diffusione risolverebbe gran parte del problema del riscaldamento globale riducendo le emissioni di CO₂. Molti sostengono però che, poiché per fabbricarle sono necessarie grandissime quantità di materiali come il litio e il cobalto che sono presenti in quantità finite, non sarebbero un'alternativa "sostenibile". Oggi Lei ha fatto notare anche l'impatto sociale della ricerca di determinate risorse, che io onestamente avevo sempre ignorato. A maggior ragione, il mio dubbio persiste: il gioco vale la candela?

Liquid fuels from wastes



Massa atomica

Il valore sperimentale della massa atomica è inferiore al valore ottenuto dalla somma delle masse di tutte le particelle sub-atomiche che costituiscono l'atomo.

Difetto di massa:

Nella formazione del nucleo (legami tra nucleoni) si libera energia ($E = mc^2$)

Perdita massa ~1%



Non ha difetto massa



ha significativi effetti dovuti a difetto di massa

Massa atomica

L'unità di riferimento per la misura della massa degli atomi è l'**unità di massa atomica (uma** o Dalton) definita come 1/12 della massa del nuclide neutro ${}^{12}_6\text{C}$

Protone 1.007276 uma

Neutrone 1.008665 uma

Elettrone 0.0005486 uma

Massa atomica di ${}^{10}\text{B}$

$$5 \times 1.007276 + 5 \times 1.008665 + 5 \times 0.0005486 = 10.0129 \text{ uma}$$

Massa atomica di ${}^{11}\text{B}$

$$5 \times 1.007276 + 6 \times 1.008665 + 5 \times 0.0005486 = 11.0093 \text{ uma}$$

Massa atomica

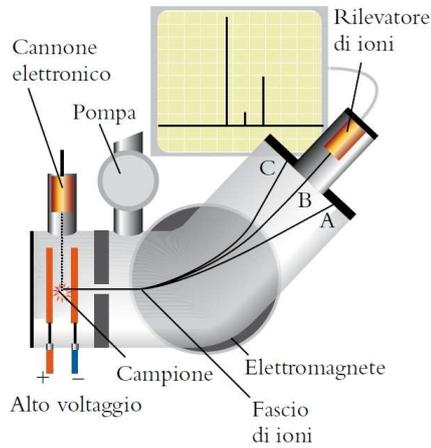
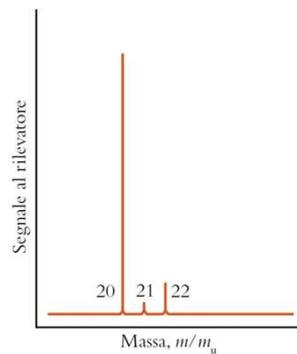
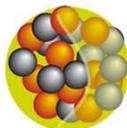


Figura B.5 Per misurare la massa degli atomi si fa uso dello spettrometro di massa. Gli elettroni escono da un cannone elettronico e passano attraverso un campo magnetico, accelerati da una differenza di potenziale. Una pompa rimuove l'aria. Variando l'intensità del campo magnetico la traiettoria degli ioni accelerati passa da A a C. Quando essa coincide con B il rilevatore di ioni invia un segnale al registratore. La massa dello ione è proporzionale all'intensità del campo magnetico necessario a spostare il raggio in posizione tale da colpire il rilevatore.

Massa atomica



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



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



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

Figura B.7 I nuclei dei diversi isotopi dello stesso elemento hanno lo stesso numero di protoni e diverso numero di neutroni. Questi tre disegni mostrano la composizione del nucleo dei tre isotopi del neon. Su questa scala il diametro dell'atomo misurerebbe pressappoco 1 km. I disegni non tentano di mostrare come sono disposti protoni e neutroni dentro il nucleo.

Massa atomica

La **Massa Atomica Relativa** di un elemento è la massa atomica media (pesata rispetto all'abbondanza relativa degli isotopi naturali) dei vari nuclidi neutri di un dato elemento relativa all'uma (dalton).

Es. Il Boro è costituito da ^{10}B al 19.91% e da ^{11}B al 80.09%. La massa di ^{10}B è 10.0129 uma e la massa di ^{11}B 11.0093 uma.

$$M_{\text{B}} = 10.0129 * \frac{19.91}{100} + 11.0093 * \frac{80.09}{100} = 10.81\text{uma}$$

Esempi: massa atomica

La massa **atomica** dell'idrogeno è

$$1.007825 \times 0.99985 + 2.0140 \times 0.00015 = 1.00797 \text{ uma}$$

La massa **atomica** del carbonio è

$$12.00000 \times 0.9889 + 13.00335 \times 0.0111 = 12.0111 \text{ uma}$$

La massa **atomica** del cloro è

$$34.969 \times 0.758 + 36.966 \times 0.242 = 35.452 \text{ uma}$$

Isotopo	Abbondanza in natura	Massa atomica dell'isotopo
^{35}Cl	75,8%	34,969 u
^{37}Cl	24,2%	36,966 u

Isotopi naturali

Nuclide	Massa relativa	% di nuclidi
^1H	1,007825	99,985
^2H	2,014102	0,015
^3He	3,016030	$\sim 10^{-4}$
^4He	4,002604	~ 100
^6Li	6,015126	7,42
^7Li	7,01605	92,58
^9Be	9,012186	~ 100
^{10}Be	10,013535	tracce
^{10}B	10,012939	19,6
^{11}B	11,009305	80,4
^{11}C	11,011433	tracce
^{12}C	12,	98,89
^{13}C	13,003354	1,11
^{14}C	14,003142	tracce

^1_1H Prozio

^2_1H Deuterio

^3_1H Trizio

Radioattivo

Il mio secondo dubbio era sulla massa atomica relativa. Mi chiedevo come fosse possibile che, nonostante l'attività dell'uomo, eventi come bombe atomiche e altro, si riuscissero a mantenere costanti le proporzioni delle quantità dei diversi isotopi.



Massa terrestre
 5.972×10^{24} kg



Massa Little Boy
 4.037×10^3 kg

- In natura avvengono continuamente reazioni nucleari a causa di fenomeni naturali
- Le masse atomiche relative vengono continuamente aggiornate perché non sono costanti universali ma risultato di misurazioni.

Massa molecolare

Una molecola è costituita da diversi atomi legati assieme: la **massa molecolare** è la somma delle masse atomiche di tutti gli atomi che costituiscono una molecola

La massa molecolare di Na_2CO_3 è data da
 $2 \times 22.99 + 12.01 + 3 \times 16.00 = 105.99$ uma

La massa molecolare di H_2O è data da
 $2 \times 1.01 + 16.00 = 18.02$ uma

Numero di Avogadro e concetto di mole

Il numero di atomi presenti in 12 g di ^{12}C (**6.022×10^{23}**)
è chiamato **Numero** (o costante) **di Avogadro (N_A)**

La **Mole** è una unità di quantità di sostanza che contiene un
Numero di Avogadro di entità elementari quali atomi,
molecole, elettroni etc. (grandezza estensiva).

Conversione uma e g

Dalla definizione di uma sappiamo che

$$\boxed{\text{Massa di un atomo di } ^{12}\text{C in uma}} = 12 \text{ uma}$$

Dalla definizione di mole si ricava che

$$\boxed{\text{Massa di un atomo di } ^{12}\text{C in g}} = \frac{12}{N_A} \text{ g}$$

L'equivalenza è pertanto:

$$12 \text{ uma} = \frac{12}{N_A} \text{ g}$$

$$\text{g corrispondenti ad 1 uma} = \frac{1}{N_A} \frac{\text{g}}{\text{uma}}$$

$$\text{uma corrispondenti ad 1 g} = N_A \frac{\text{uma}}{\text{g}}$$

Massa molare

Si definisce massa molare la massa di 1 mole di particelle. Detta MM la massa molare e P la massa di una singola particella:

$$\text{MM (g/mol)} = N_A \cdot P(\text{g}) \quad \text{dove } N_A \text{ è il numero di Avogadro}$$

Ricordando l'equivalenza tra uma e g possiamo scrivere

$$P(\text{g}) = \frac{1}{N_A} P(\text{uma})$$

e quindi

$$\text{MM(g/mol)} = N_A \frac{1}{N_A} P(\text{uma}) = P(\text{uma})$$

La massa molare espressa in g/mol è numericamente uguale alla massa atomica / molecolare espressa in uma.

Esempi: mole

2 mol di O₂ significa:

$$2 \text{ (mol)} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ (molecole/ mol)} = 12.04 \times 10^{23} \text{ molecole di O}_2$$

A quante moli di Zn corrispondono 10⁹ atomi di Zn ?

$$\text{Moli di Zn} = \boxed{\text{Moli di Zn corrispondenti ad un atomo di Zn}} \times \boxed{\text{Numero totale di atomi di Zn}}$$

$$\begin{aligned} \text{mol}_{\text{Zn}} &= \frac{1}{N_A} \left(\frac{1}{\text{atomi/mol}} \right) * 10^9 \text{ atomi} \\ &= \frac{1}{6.022 * 10^{23}} \left(\frac{1}{\text{atomi/mol}} \right) * 10^9 \text{ atomi} \\ &= 1.6606 * 10^{-15} \text{ mol} \end{aligned}$$