

Corso integrato: BASI FISICHE E CHIMICHE E MISURE ELETTRICHE

Corso di Chimica e Propedeutica Biochimica

Prof. Raffaella Coccia

Dipartimento di Scienze Biochimiche

“Sapienza” Università di Roma

Tel. 0649910900

E-mail: raffaella.coccia@uniroma1.it

CORSO DI CHIMICA e propedeutica BIOCHIMICA

Testo consigliato:

-M. STEFANI - CHIMICA, BIOCHIMICA e BIOLOGIA APPLICATA-ed.
Zanichelli

Modalità di esame Prova scritta
Quiz a risposta multipla + due
domande a risposta aperta

Programma di Chimica

Struttura dell'atomo.

Elementi e composti. Tavola periodica degli elementi. Isotopi.

Legami chimici. Classificazione e nomenclatura dei più comuni composti inorganici.

Pressione. Temperatura. Scale termometriche. **Stati di aggregazione della materia.**

Passaggi di stato. **Proprietà dei gas**, leggi dei gas, legge di Dalton. **Proprietà dei liquidi.**

Densità e sue unità di misura. Tensione superficiale. Tensione di vapore. Curva di riscaldamento dell'acqua. Termoregolazione del corpo umano.

Soluzioni: definizione e unità di misura della concentrazione. Proprietà colligative. Osmosi.

Equilibrio chimico: reazioni reversibili e costante di equilibrio

Cenni di termodinamica e di cinetica. Energia libera di Gibbs. Velocità delle reazioni chimiche. Teoria delle collisioni. Catalizzatori.

Equilibri in soluzione acquosa. Equilibrio di dissociazione dell'acqua. Acidi e basi forti e deboli. Il pH, significato e unità di misura.

Soluzioni tampone. I tamponi fisiologici.

Ossidoriduzioni: definizione. Ossidazioni di interesse biologico. Ossidazioni e legami ad alta energia di idrolisi.

Elementi di chimica organica. Gruppi funzionali delle molecole organiche. Isomeria cis-trans e stereoisomeria.

Programma di Propedeutica Biochimica

Glucidi. Aldosi e chetosi. Monosi e poliosi.

Lipidi. Trigliceridi. Fosfolipidi. Glicolipidi

Protidi. Aminoacidi proteici. Legame peptidico. Cenni sulla struttura delle proteine.

Acidi Nucleici. Basi azotate puriniche e pirimidiniche. Nucleosidi, nucleotidi, polinucleotidi.



Sistema Internazionale

grandezza fisica fondamentale	unità	simbolo dell'U.d.M.
lunghezza	metro	m
massa	chilogrammo	kg
tempo	secondo	s
temperatura	Kelvin	K
quantità chimica	mole	mol
corrente elettrica	Ampere	A
intensità luminosa	candela	cd

alcune unità non appartenenti SI

grandezza	nome	simbolo	valore
volume	litro	L	10^{-3} m^3
lunghezza	Ångström	Å	10^{-10} m
pressione	atmosfera	atm	$1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
	mm Hg	mm Hg	$1,33 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
	Torricelli	torr	$1,33 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
	bar	bar	$1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
temperatura	Celsius	°C	$\text{K} = ^\circ\text{C} + 273$
	Fahrenheit	°F	$\text{K} = 5/9 \cdot (^\circ\text{F} - 32) + 273$
energia	caloria	cal	4,184 J

Prefissi nel sistema **SI**

prefisso	simbolo	Fattore moltiplicativo	prefisso	simbolo	Fattore moltiplicativo
deci	d	10^{-1}	deca	da	10
centi	c	10^{-2}	etto	h	10^2
milli	m	10^{-3}	chilo	k	10^3
micro	μ	10^{-6}	mega	M	10^6
nano	n	10^{-9}	giga	G	10^9
pico	p	10^{-12}	tera	T	10^{12}
femto	f	10^{-15}	peta	P	10^{15}
atto	a	10^{-18}	exa	E	10^{18}

1

10

$10^2 = 100$

$10^3 = 1000$

$10^4 = 10000$

$10^5 = 100000$

$10^6 = 1000000$

1

$10^{-1} = 1:10 = 0,1$

$10^{-2} = 1:100 = 0,01$

$10^{-3} = 1:1000 = 0,001$

$10^{-4} = 1:10000 = 0,0001$

$10^{-5} = 1:100000 = 0,00001$

$10^{-6} = 1:1000000 = 0,000001$ ecc.

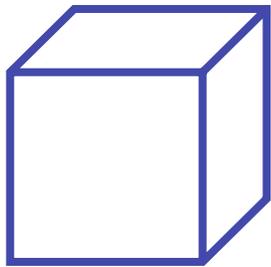
La **CHIMICA** studia la **STRUTTURA**, la **COMPOSIZIONE** e le **PROPIETÀ** della **MATERIA** e le **TRASFORMAZIONI** che essa subisce

MATERIA: tutto ciò che ha una **massa** e occupa spazio (**volume**)

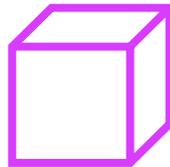
$$d = \frac{m}{V}$$

La **densità** (d) esprime la massa (m) per unità di volume (V) di un corpo

Volumi diversi possono avere la stessa massa



10 ml H₂O

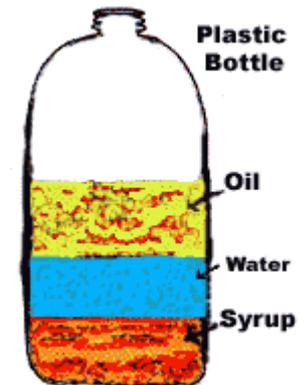


4,4 ml zolfo



0,885 ml piombo

MASSA = 10 grammi



LE PROPRIETÀ FISICHE DERIVANO DALLA IDENTITÀ DELLE SOSTANZE

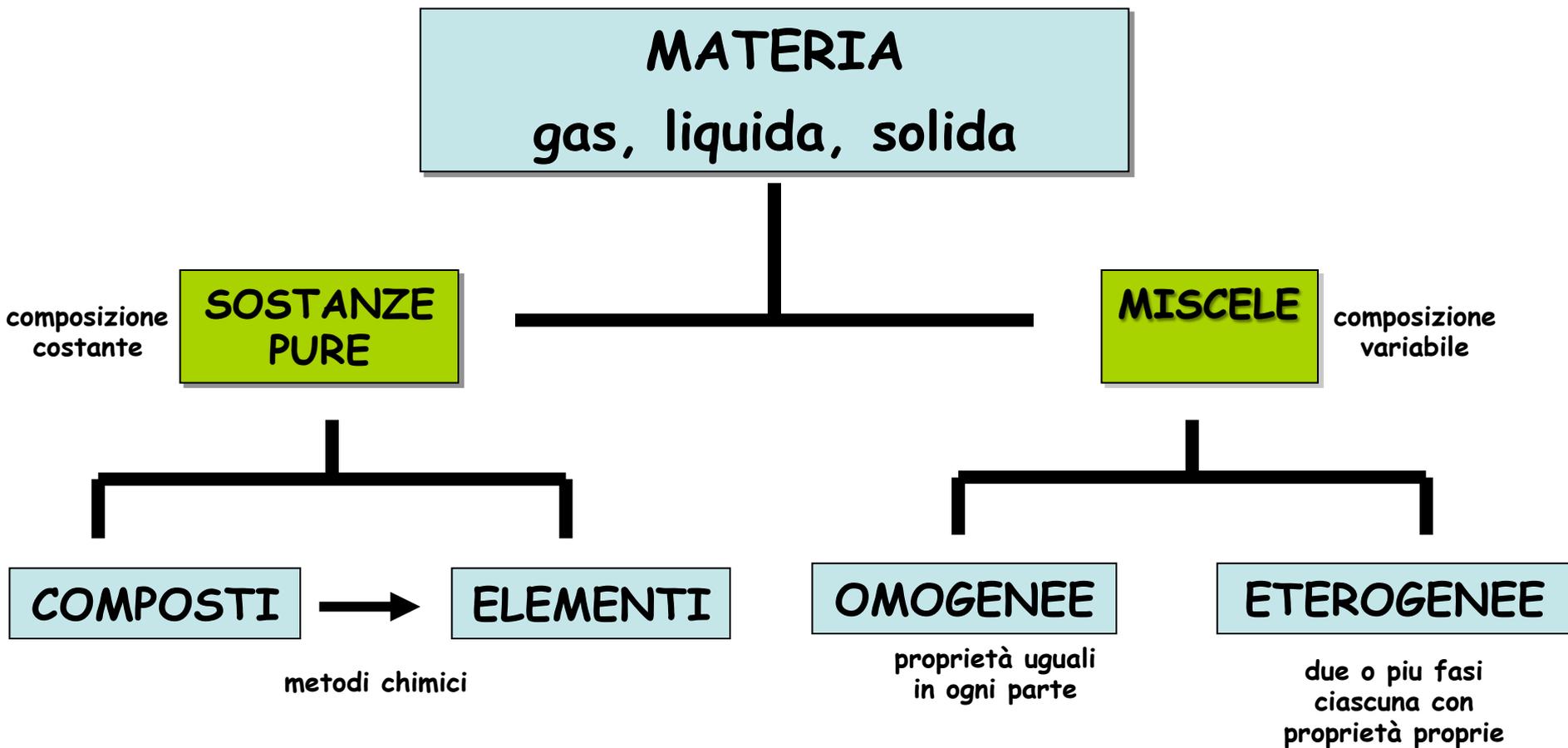
**es: solubilità, temperatura di fusione, temperatura di ebollizione, densità, colore
(capacità di assorbire la luce), odore, ecc.**

**IN UNA TRASFORMAZIONE FISICA LA SOSTANZA
NON PERDE LE SUA IDENTITÀ**

**LE PROPRIETÀ CHIMICHE DERIVANO DALLA TENDENZA
DELLE SOSTANZE AD ANDARE INCONTRO A DETERMINATE
TRASFORMAZIONI (REATTIVITÀ)**

es: tendenza a dissociare, ossidare, idrolizzare, ecc.

**IN UNA TRASFORMAZIONE CHIMICA LA
SOSTANZA PERDE LA SUA IDENTITÀ E DIVENTA
UN' ALTRA SOSTANZA**



ELEMENTI: sostanze non suscettibili di decomposizione e che combinandosi tra loro danno origine ai composti. Si conoscono **92 elementi** naturali e **11 artificiali**

COMPOSTI: sono centinaia di migliaia

Ogni elemento è rappresentato da un simbolo (**SIMBOLO CHIMICO**) costituito da una lettera (**MAIUSCOLA**) o due lettere (**UNA MAIUSCOLA E UNA MINUSCOLA**)

N = azoto

O = ossigeno

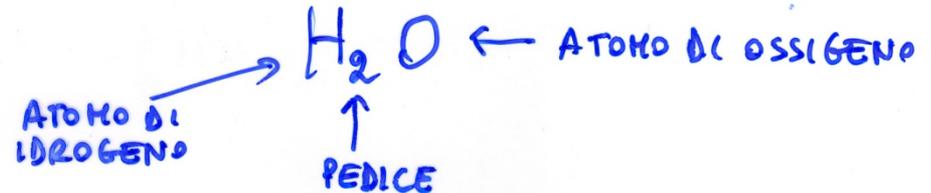
C = carbonio

Na = sodio

Os = osmio

Cl = cloro

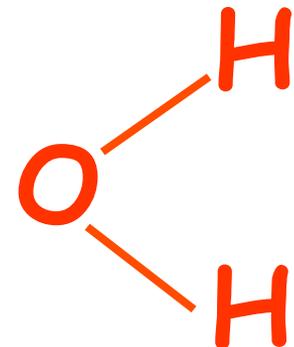
Formula bruta o molecolare



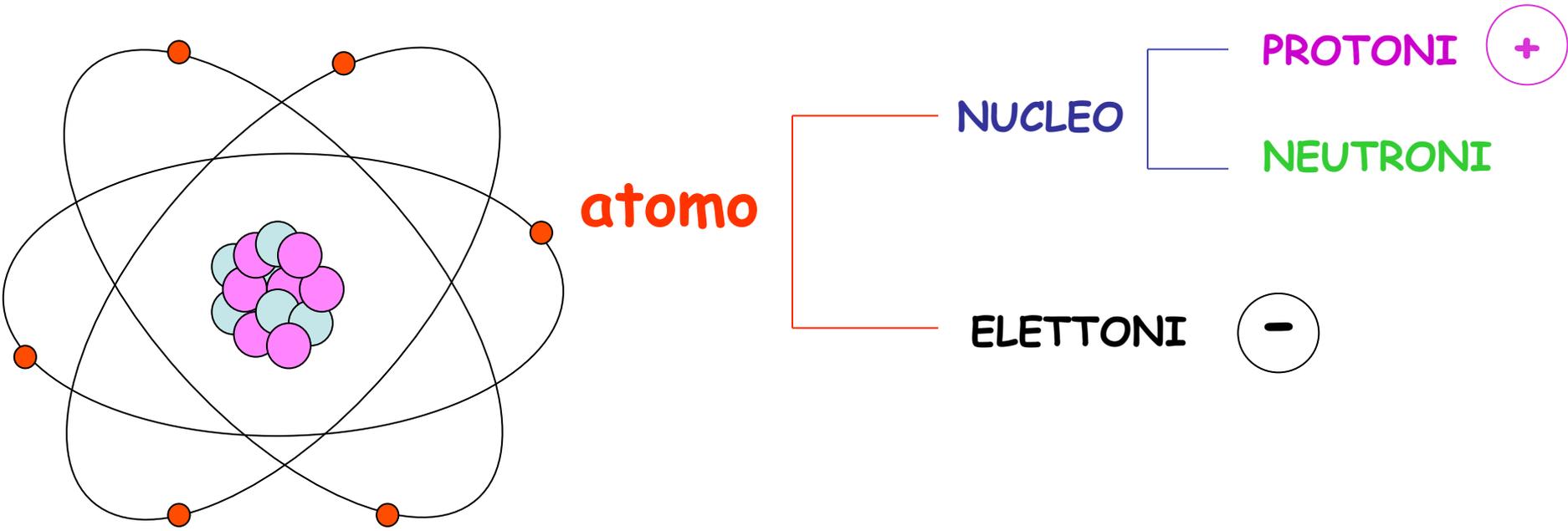
Formula di struttura

Indica:

- il tipo e il numero degli atomi che formano la molecola
- la loro disposizione spaziale
- i legami che tengono insieme la molecola



La materia è costituita da ATOMI



- protoni
- neutroni
- elettroni

	MASSA (grammi)	MASSA (U.M.A.)	CARICA ELETTRICA
PROTONE	$1,67265 \times 10^{-24}$	1,00724	+1
NEUTRONE	$1,67495 \times 10^{-24}$	1,00866	0
ELETTRONE	$0,00091 \times 10^{-24}$	0,00055	-1

U.M.A. = UNITA' DI MASSA ATOMICA = $1,66 \times 10^{-24}$ grammi
1/12 della massa dell' atomo di carbonio 12

massa elettrone 1836 volte < massa protone

Nel **NUCLEO** è concentrata la **MASSA** dell'atomo

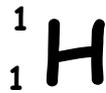
GLI ATOMI SONO PARTICELLE NEUTRE

Z = NUMERO ATOMICO

= NUMERO DEI PROTONI presenti nel nucleo identico al
NUMERO DEGLI ELETTRONI che ruotano intorno al nucleo

A = NUMERO DI MASSA

= SOMMA DEI PROTONI E DEI NEUTRONI



soltanto un protone



6 protoni (anche 6 elettroni)

6 neutroni



7 protoni e 7 neutroni

ESISTONO **7 LIVELLI CONCENTRICI**, A DISTANZE
DEFINITE DAL NUCLEO, IN CUI È POSSIBILE
CHE GLI ELETTRONI RUOTINO

LIVELLO

1

2

3

4

5

6

7



ENERGIA CRESCENTE

LO SPAZIO DI **OGNI LIVELLO** È ULTERIORMENTE
SUDDIVISO IN ZONE DENOMINATE **ORBITALI**.

**L' ORBITALE È LA REGIONE DELLO SPAZIO INTORNO
AL NUCLEO DOVE VI È LA MASSIMA PROBABILITÀ DI
TROVARE L' ELETTRONE**

esistono **4** tipi di **ORBITALI**

s
p
d
f



**Energia
crescente**

LIVELLO

ORBITALI

	s	p	d	f
1	uno			
2	uno			
3	uno			
4	uno			
5	uno			
6	uno			
7	uno			

1s 2s 3s

LIVELLO

ORBITALI

s

p

d

f

1

uno

2

uno

tre

3

uno

tre

4

uno

tre

5

uno

tre

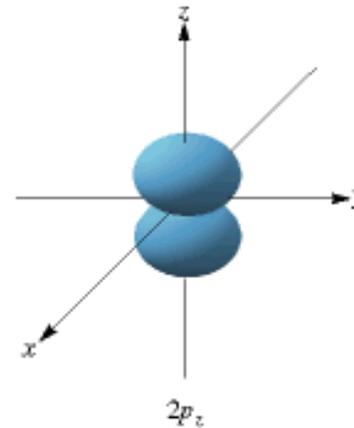
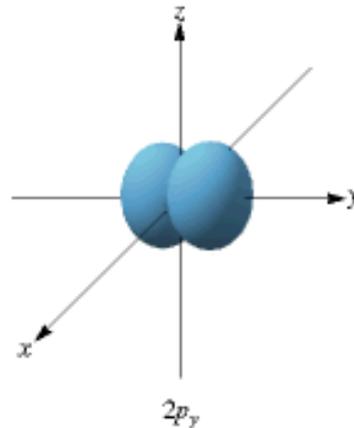
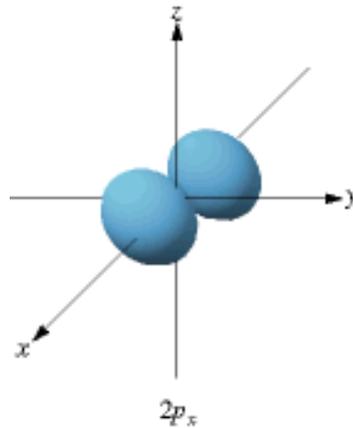
6

uno

tre

7

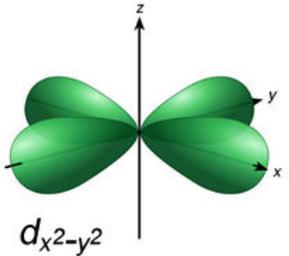
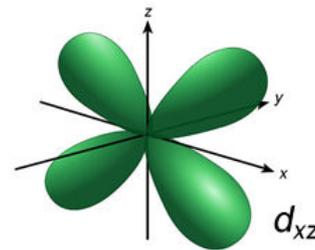
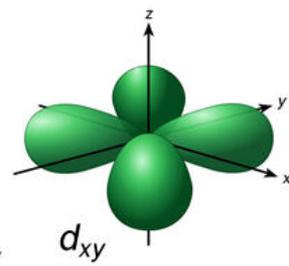
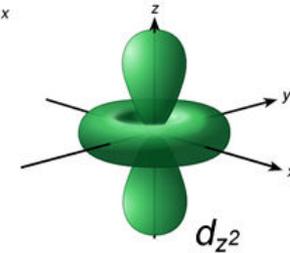
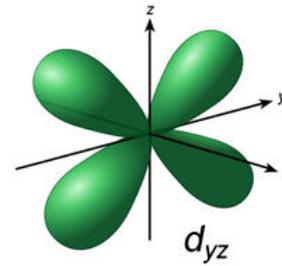
uno



LIVELLO

ORBITALI

	s	p	d
1	uno		
2	uno	tre	
3	uno	tre	cinque
4	uno	tre	cinque
5	uno	tre	cinque
6	uno	tre	cinque
7	uno		



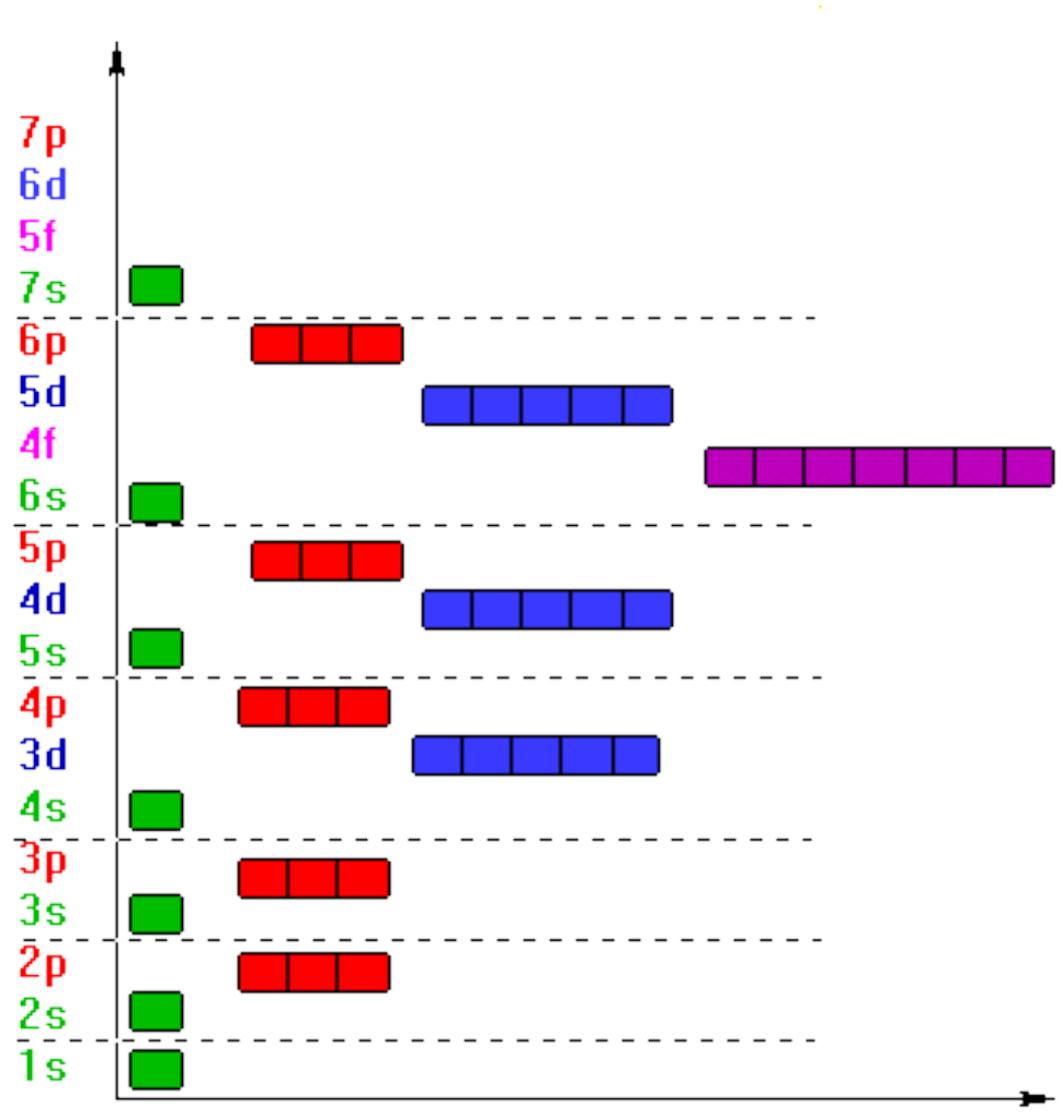
LIVELLO

ORBITALI

	s	p	d				
1	uno				$4f_{y^3-3yx^2}$	$4f_{5yz^2-yr^2}$	$4f_{5xz^2-3xr^2}$
2	uno	tre			$4f_{x^3-3xy^2}$	$4f_{zx^2-zy^2}$	$4f_{xyz}$
3	uno	tre	cinque				
4	uno	tre	cinque	sette			
5	uno	tre	cinque	sette			$4f_{5z^3-3zr^2}$
6	uno	tre	cinque				
7	uno						

E
N
E
R
G
I
A

C
R
E
S
C
E
N
T
E



Regole per definire la **configurazione elettronica** di un atomo

- **Ogni elettrone si dispone nell'orbitale libero dotato di minore contenuto energetico**
- **In un orbitale possono trovare posto al massimo due elettroni**
- **In presenza di orbitali degeneri vuoti (isoenergetici) gli elettroni tendono ad occuparli singolarmente con spin dello stesso segno**

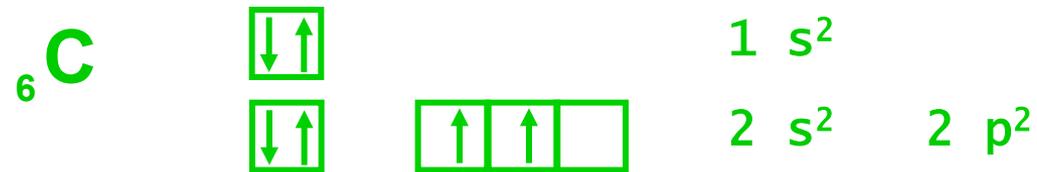
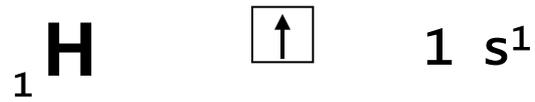
Distribuzione elettronica: rappresentazione grafica

- Ogni orbitale viene rappresentato da un quadrato:



- Gli elettroni vengono indicati con frecce $\uparrow\downarrow$
- Un orbitale con 2 elettroni è completo (**doppietto**) 
- Un elettrone da solo \Rightarrow **elettrone spaiato** 

- **numero arabo** \Rightarrow **livello di energia**
- **lettera minuscola** \Rightarrow **tipo di orbitale** **2 p 3**
- **“esponente”** \Rightarrow **numero di elettroni**



Configurazione elettronica totale del carbonio

La disposizione degli elettroni nei vari orbitali di un atomo rappresenta la sua **CONFIGURAZIONE ELETTRONICA TOTALE**

La **CONFIGURAZIONE ELETTRONICA ESTERNA** di un atomo si riferisce al numero degli elettroni presenti sugli orbitali **s** e **p** dell'ultimo livello energetico

Sull'ultimo livello energetico non vi possono essere più di otto elettroni

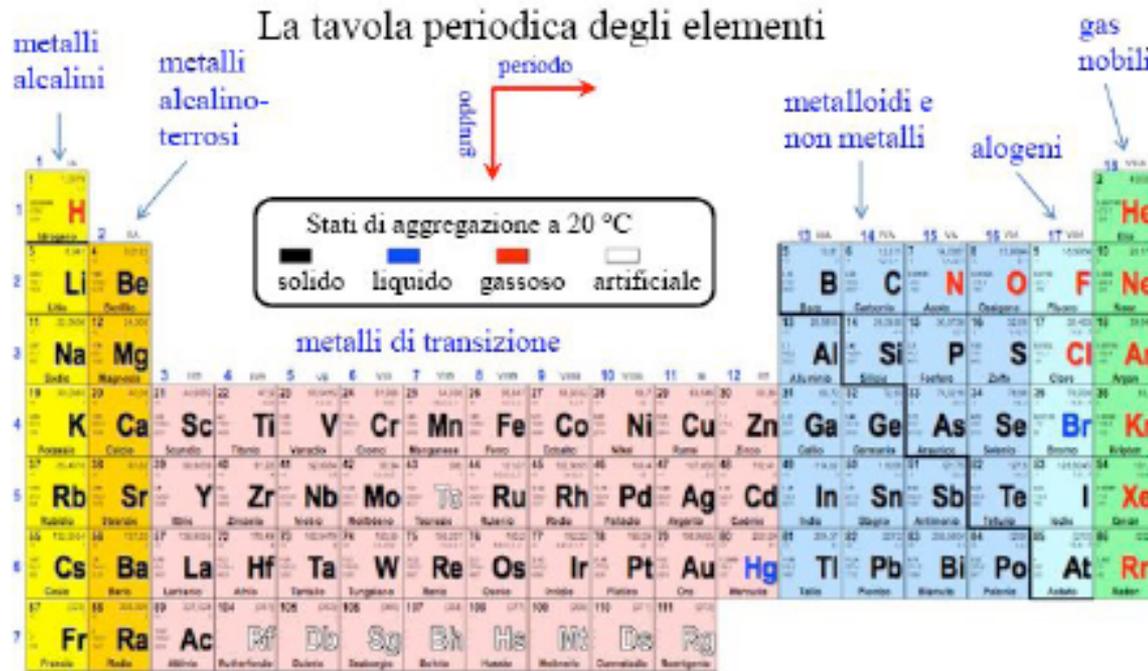


TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

GLI ATOMI POSSONO ESSERE CLASSIFICATI IN ORDINE CRESCENTE DI NUMERO ATOMICO

Le proprietà chimiche e fisiche variano in maniera periodica:

La tavola periodica degli elementi

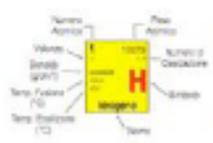


Colonne verticali (**GRUPPI**):

Questi atomi hanno in comune il numero di elettroni sul livello (energetico) più esterno. N° elettroni di valenza = N° gruppo
Le proprietà di reattività chimica sono simili.

Righe orizzontali (**PERIODI**):

Questi atomi hanno un diverso numero di elettroni sul livello (energetico) più esterno. Le proprietà di reattività chimica sono diverse.



68	72	80	82	84	88	90	94	98	102	106	110	114	118
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
70	74	82	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

lantanidi
attinidi

Il **PERIODO** corrisponde al riempimento degli orbitali di un livello energetico

Gli elementi di un **GRUPPO** hanno la stessa **CONFIGURAZIONE ELETTRONICA ESTERNA**

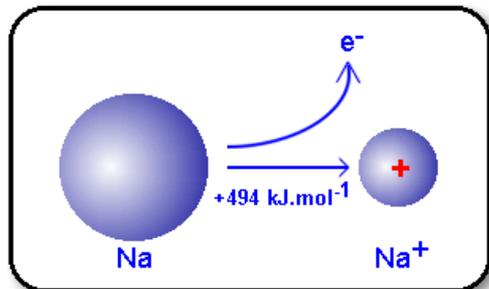
Le **PROPRIETÀ CHIMICHE** di un elemento dipendono dalla **configurazione elettronica esterna** e non dal numero totale di elettroni

Le proprietà periodiche degli elementi

- Variano con regolarità lungo la tavola periodica in base alla variazione periodica della configurazione elettronica.
- Sono proprietà periodiche **l'energia di ionizzazione e l'affinità elettronica**

ENERGIA O POTENZIALE DI IONIZZAZIONE

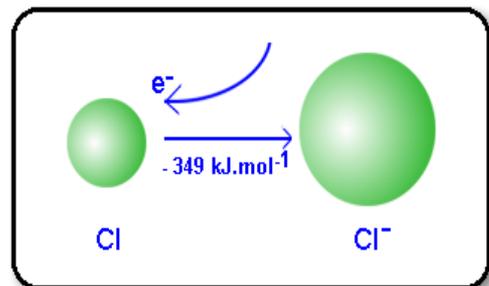
energia che bisogna fornire per staccare l'elettrone a più alta energia da un atomo isolato e portarlo a distanza infinita



- **AUMENTA** da sinistra a destra lungo un **PERIODO**
- **DIMINUISCE** scendendo lungo un **GRUPPO**

AFFINITÀ ELETTRONICA

energia che viene ceduta da un atomo quando acquista un elettrone



- **AUMENTA** da sinistra a destra lungo un **PERIODO**
- **DIMINUISCE** scendendo lungo un **GRUPPO**

ENERGIA O POTENZIALE DI IONIZZAZIONE

AFFINITÀ ELETTRONICA

Alkali metals ↓ Alkaline earth metals ↓ 1A ↓ 2A ↓

Noble gases ↓ Halogens ↓ 8A ↓

Group numbers ↓

1 H	2 He											3 B	4 C	5 N	6 O	7 F	8 Ne
3 Li	4 Be	Transition metals										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
11 Na	12 Mg	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
19 K	20 Ca	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
37 Rb	38 Sr	57 La	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
55 Cs	56 Ba	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110	111	112		114		116		
87 Fr	88 Ra																
		Lanthanides															
		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															
		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		

↑

MAX

MIN

METALLI

HANNO BASSO POTENZIALE DI IONIZZAZIONE E BASSA

AFFINITÀ PER L'ELETTRONE \longrightarrow CATIONI

NON METALLI

HANNO ALTO POTENZIALE DI IONIZZAZIONE E ALTA AFFINITÀ

PER L'ELETTRONE \longrightarrow ANIONI

- I cationi (+) si formano togliendo elettroni agli orbitali più esterni
- Gli anioni (-) si formano aggiungendo elettroni agli orbitali disponibili più esterni

GLI IONI SONO SPECIE CHIMICHE STABILI

I Principali elementi presenti nel corpo umano (% peso)

O	65.0	K	0.34
C	18.0	S	0.26
H	10.0	Na	0.14
N	3.0	Cl	0.14
Ca	1.4	Fe	0.004
P	1.0	Zn	0.003
Mg	0.50		



Elementi in tracce

As, Cr, Co, Cu, F, I, Mn, Mo, Ni, Se, Si, V

Los.1

22

H																	He																												
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																												
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																												
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																												
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																												
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																												
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg																																			
<table border="1"> <tr> <td>Ce</td> <td>Pr</td> <td>Nd</td> <td>Pm</td> <td>Sm</td> <td>Eu</td> <td>Gd</td> <td>Tb</td> <td>Dy</td> <td>Ho</td> <td>Er</td> <td>Tm</td> <td>Yb</td> <td>Lu</td> </tr> <tr> <td>Th</td> <td>Pa</td> <td>U</td> <td>Np</td> <td>Pu</td> <td>Am</td> <td>Cm</td> <td>Bk</td> <td>Cf</td> <td>Es</td> <td>Fm</td> <td>Md</td> <td>No</td> <td>Lr</td> </tr> </table>																		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																

PIU' ABBONDANTI:

Idrogeno (H)

Carbonio (C)

Azoto (N)

Ossigeno (O)

Fosforo (P)

Zolfo (S)

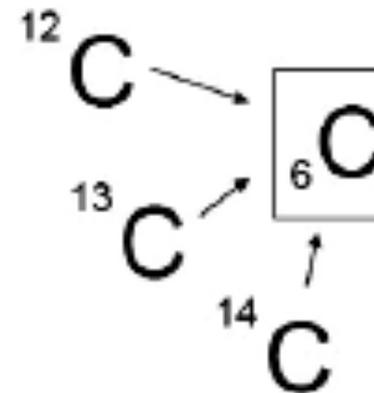
Gli atomi che hanno lo stesso numero di elettroni e protoni ma un numero diverso di neutroni, si chiamano **ISOTOPI**



Gli ISOTOPI hanno

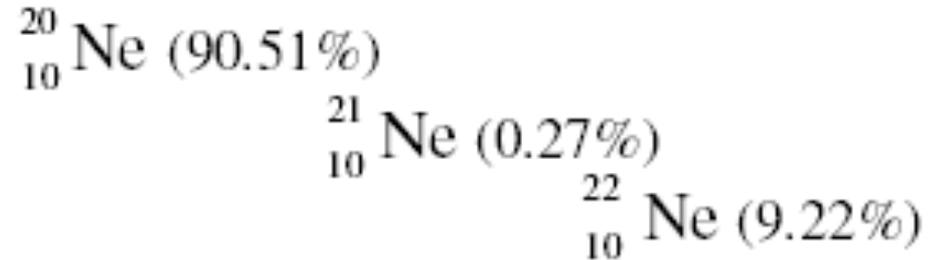
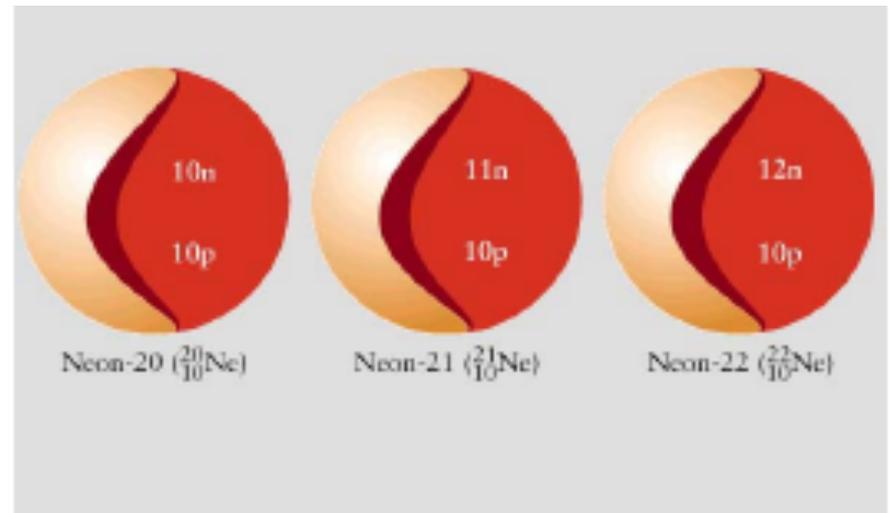
- **UGUALE NUMERO ATOMICO** (occupano lo stesso posto nella Tavola Periodica)
- **DIVERSO NUMERO DI MASSA**

Isotopi dell'idrogeno



Isotopi del carbonio

Un campione naturale di un elemento è una miscela di isotopi con masse atomiche diverse.



La **massa media** degli atomi presenti in un campione naturale viene detta **peso atomico**.

Azoto-14 **99,62 %**
Azoto-15 **0,38 %**

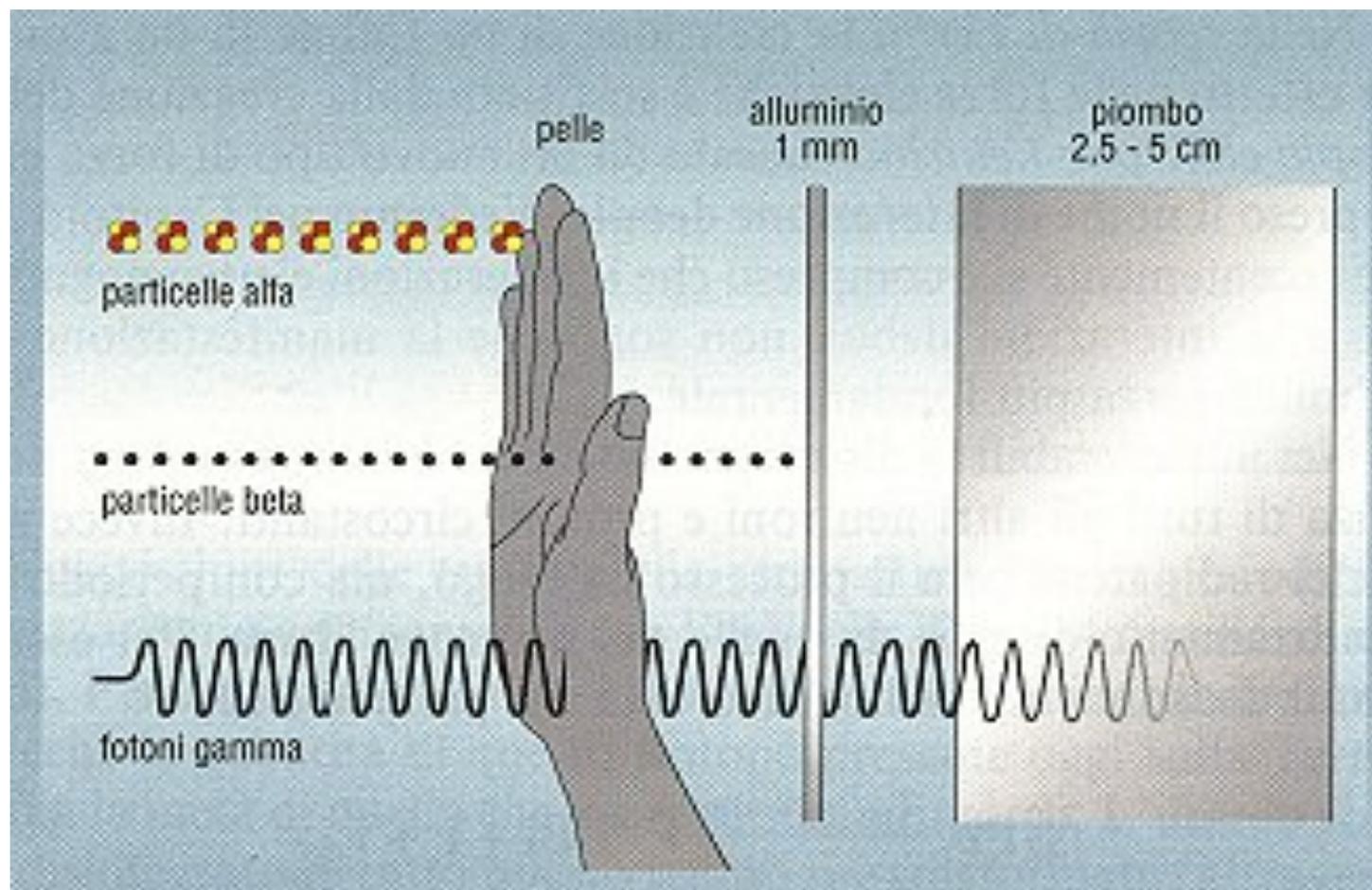
} **Peso atomico N = 14,0067**

Le **radiazioni ionizzanti** sono radiazioni che producono fenomeni di ionizzazione quando attraversano la materia

Le radiazioni ionizzanti derivano dal decadimento naturale di alcuni nuclei instabili, **radioattività naturale** o sono prodotte artificialmente dall' uomo, **radioattività artificiale**

Radiazioni ionizzanti naturali:

- **particelle alfa** costituite da nuclei di elio
- **particelle beta** cariche positivamente o negativamente
- **radiazioni gamma** (fotoni di alta energia)



TIPO DI RADIONUCLIDE	MATERIALE O APPARECCHIO	SCOPO
Scintigrafia	Tecnezio 99, Iodio 131	esame dei fluidi corporei e individuazione dei tumori. Funzionalità degli organi
Analizzatore	raggi gamma	Funzionalità degli organi
Radioterapia	Acceleratore Impianto a raggi gamma (cobalto 60)	cura del cancro e terapia palliativa del dolore
Curieterapia	Radio 226 Cesio 137 Iridio 192	cura del cancro con posizionamento di una sorgente radioattiva nel tumore.