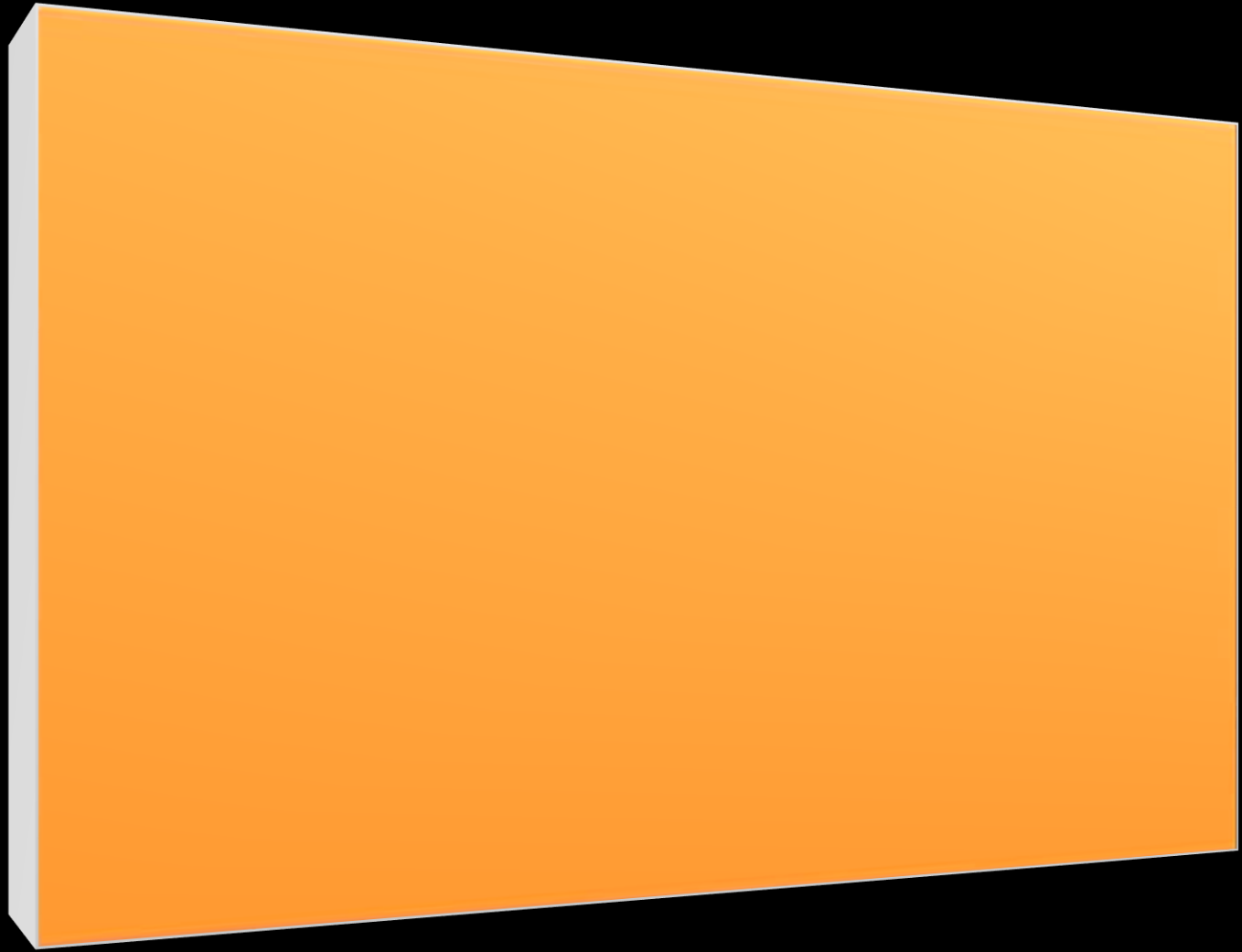




3



# Modulo di **T**ecnologia dei **M**ateriali

Docente: Dr. Giorgio Pia

# Modulo di **T**ecnologia dei **M**ateriali

---

Calendario



ESAME  
FINALE

# Modalità Esame



## Prima\_Prova

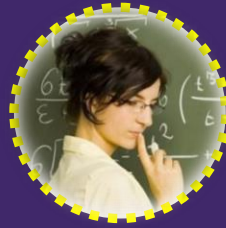
La prima prova consisterà in un test scritto nel quale verrà verificata la conoscenza della materia e la capacità di spiegare il programma svolto a lezione.



## Seconda\_Prova

La seconda prova consisterà in un test scritto nel quale verrà verificata la conoscenza della materia e la capacità di spiegare il programma svolto a lezione.

# Modalità Esame



## Prova **Orale**

La prova orale rappresenterà un approfondimento sui concetti base del programma svolto

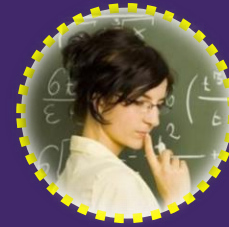
# Modalità Esame



Prima\_Prova



Seconda\_Prova



Prova\_Orale



# Modalità Esame



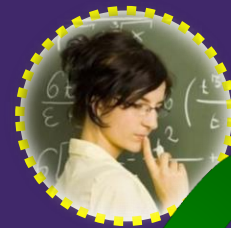
Prima Prova



Seconda Prova



Prova Scritta



Prova Orale



# Materiale Didattico



## Testo **Consigliato**

Titolo: Scienza e Tecnologia dei Materiali

Autori: Smith W.E.

Casa editrice: McGraw-Hill



# Materiale Didattico



## Testo **Consigliato**

Titolo: Materiali da costruzione, I e II

Autori: Bertolini

Casa editrice: CittàStudi



# Materiale Didattico



## Testo **Consigliato**

Titolo: I Materiali dell'Edilizia Storica

Autori: Atzeni, Pia, Sanna

Casa editrice: Aracne Editrice



# Materiale Didattico



## Appunti **Lezioni**

E' importante prendere appunti durante le lezioni e consultare le slide proiettate che verranno messe a disposizione sulla pagina web del docente.



# Docente



Giorgio\_PIA

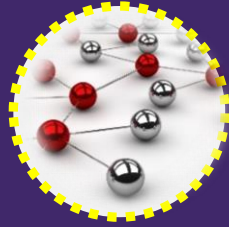
070,675,50,51

[giorgio.pia@dimcm.unica.it](mailto:giorgio.pia@dimcm.unica.it)

<http://people.unica.it/giorgiopia/>

Ricevimento previo contatto tramite posta elettronica





## Costruire **Rete**

Al fine di poter garantire una rapida comunicazione  
vi invito ad iscrivermi alla pagina facebook:

Corso di Tecnologia dei Materiali e Chimica Applicata





## Buon\_Corso

Dopo aver elencato le principali informazioni sul corso di Tecnologia dei Materiali possiamo iniziare le nostre lezioni.

Vi auguro un buon corso e una serena acquisizione delle nozioni utili ad una piena comprensione della professione dell'Architetto.



# I Materiali

... E non solo...



FRANCIA

CHABLIS-MILLY DIGIONE

BEAUNE





2007

**Bourgogne**  
APPELLATION D'ORIGINE CONTRÔLÉE  
**Pinot Noir**  
Mis en bouteille à la Propriété par  
SCEV Domaine Georges CHICOTOT  
CÔTE D'OR - Nuits-Saint-Georges (CÔTE D'OR) FRANCE

2007

Grand Vin de Bourgogne

**Savigny-les-Beaune**  
APPELLATION D'ORIGINE CONTRÔLÉE  
Mis en bouteille à la Propriété par  
EARL Jean-Marc MILLOT  
CÔTE D'OR - Nuits-Saint-Georges - Côte d'Or France

2005

BOUILLOT & FILS

DOMAINE  
**LOUIS BOILLOT & FILS**  
POMMARD  
Appellation d'origine contrôlée

DOMAINE

DOMAINE DROUHIN-LAROZE

2006

**GEVREY-CHAMBERTIN 1<sup>ER</sup> CRU**  
CLOS PRIEUR  
Mis en bouteille à la Propriété par  
DOMAINE DROUHIN-LAROZE

2005

**Clos Vougeot**  
*Musigni*  
Grand Cru  
Appellation d'origine contrôlée  
Mis en bouteille à la Propriété par  
DOMAINE DROUHIN-LAROZE  
CÔTE D'OR - FRANCE





# I Materiali

... Esempi di classificazioni...

# **INTRODUZIONE**

---

## **CLASSIFICAZIONE MICROSTRUTTURALE**

---

### ***Materiali Naturali***

---

***Derivano da un processo di formazione dovuto a fenomeni chimico-fisico-meccanici che possono essere definiti come “spontanei” in natura.***

### ***Materiali Artificiali***

---

***La loro formazione richiede un intervento dell'uomo al fine di ottenere trasformazioni microstrutturali che altrimenti non si verificherebbero***

---

---

### ***Materiali Porosi***

---

### ***Materiali Compatti***

---

***Il processo di formazione determina la presenza di vuoti che influenzano le diverse proprietà dei materiali.***

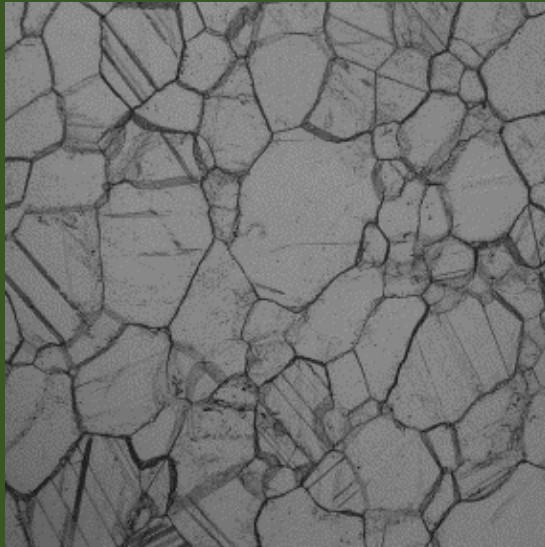
***Abbassamento della resistenza a compressione e del modulo elastico, penetrazione dell'acqua per capillarità o permeabilità con il suo eventuale carico di varie specie chimiche in soluzione (sali, gas).***

---

---

# **INTRODUZIONE**

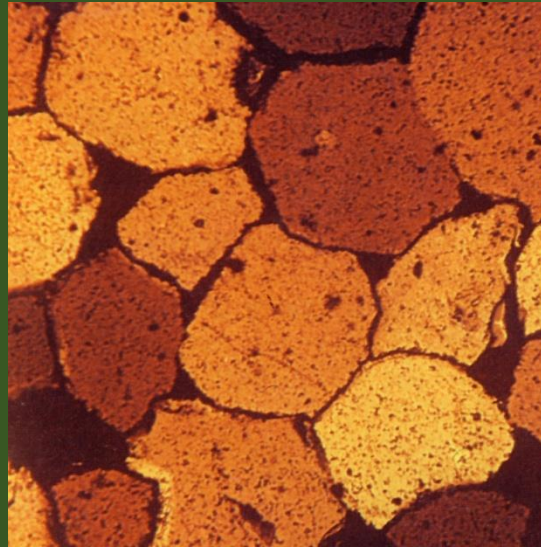
## **CLASSIFICAZIONE MICROSTRUTTURALE**



**Marmi**

**Graniti**

**Metalli**



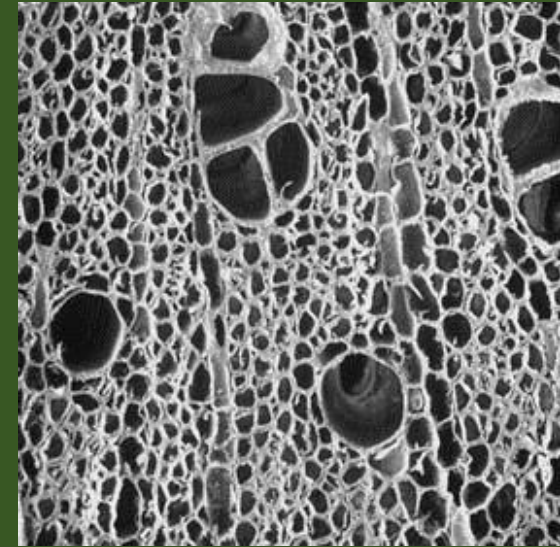
**Arenarie**

**Calcari**

**Malte e Calcestruzzi**

**Terra**

**Laterizi**



**Legno**

---



# Corso di **T**ecnologia dei **M**ateriali

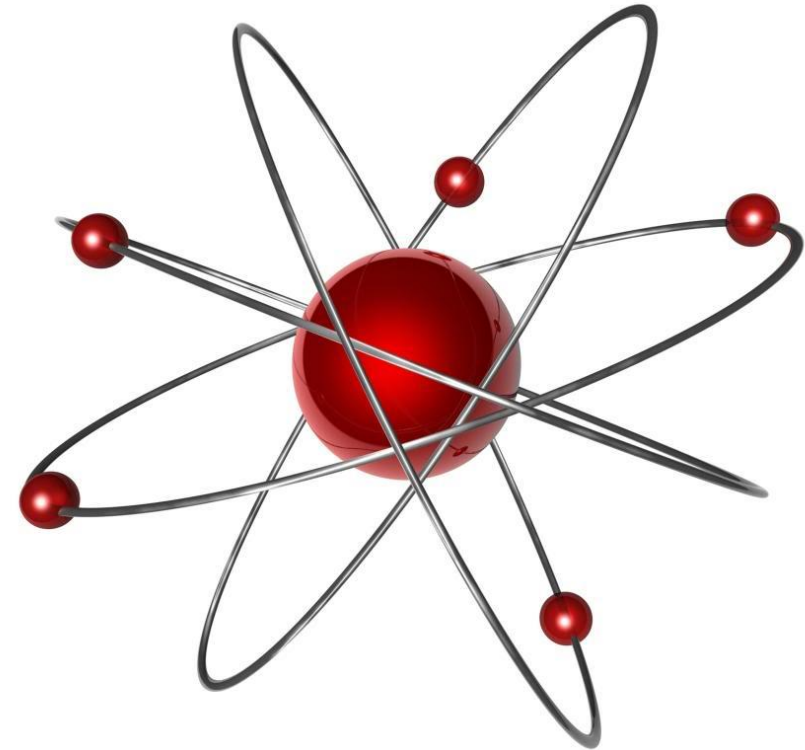
La struttura dell'atomo



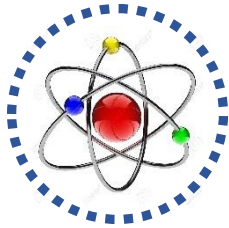
## Base\_Chimica

La Chimica studia la materia e le sue trasformazioni. La materia è costituita da atomi (uguali o diversi), legati fra loro da forze di legame.

Per atomo si intende la più piccola parte di un elemento che conserva inalterate le caratteristiche chimiche di quell'elemento

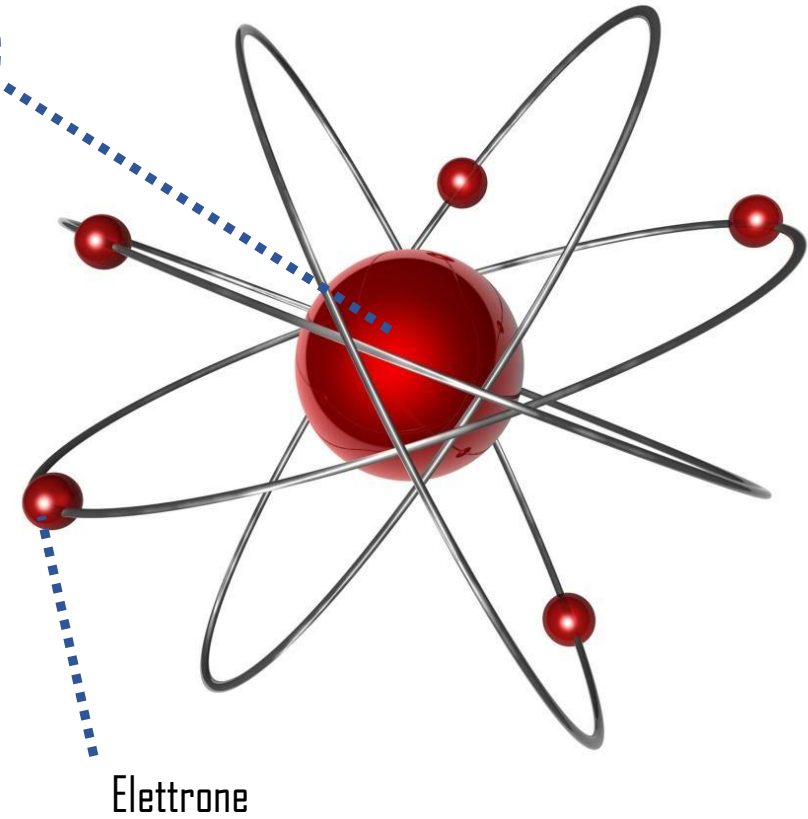
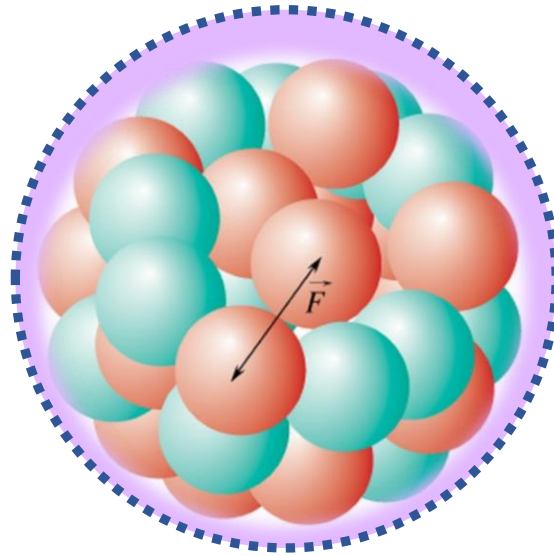


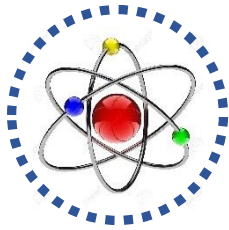
- Protoni
- Neutroni



## Base\_Atomo

Gli elettroni (-) ruotano attorno al nucleo che è costituito da protoni (+) e neutroni.



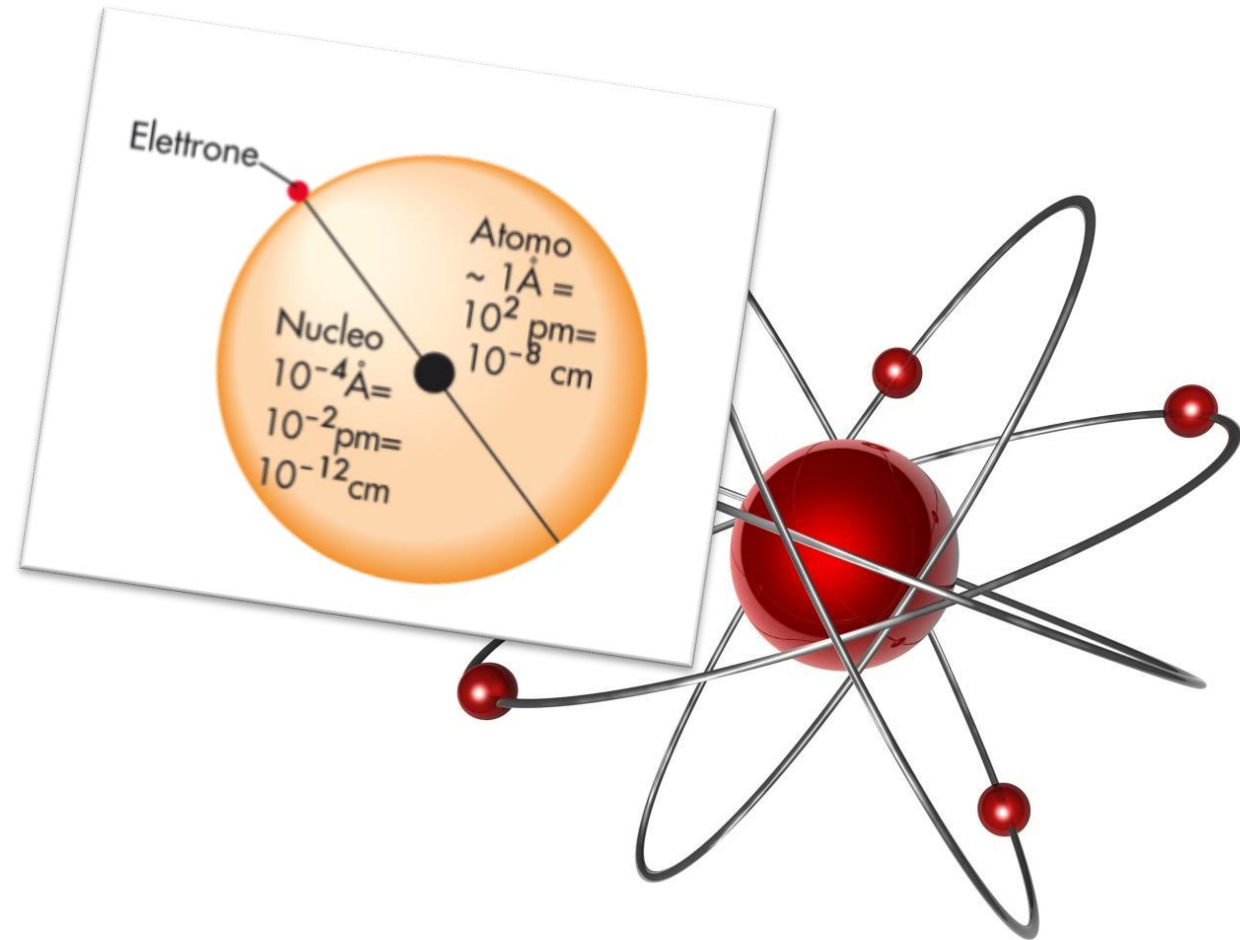


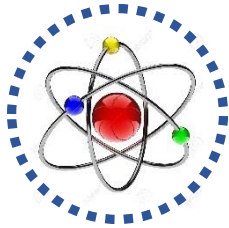
## Base\_Atomo

Le dimensioni del nucleo sono dell'ordine di  $10^{-12}$  cm.  
Gli elettroni si trovano ad una distanza che è circa  
10.000 volte più grande del raggio del nucleo.

Se il nucleo avesse una dimensione di 1 cm, gli  
elettroni si troverebbero ad una distanza di 100 m.

*«l'atomo è vuoto!»*



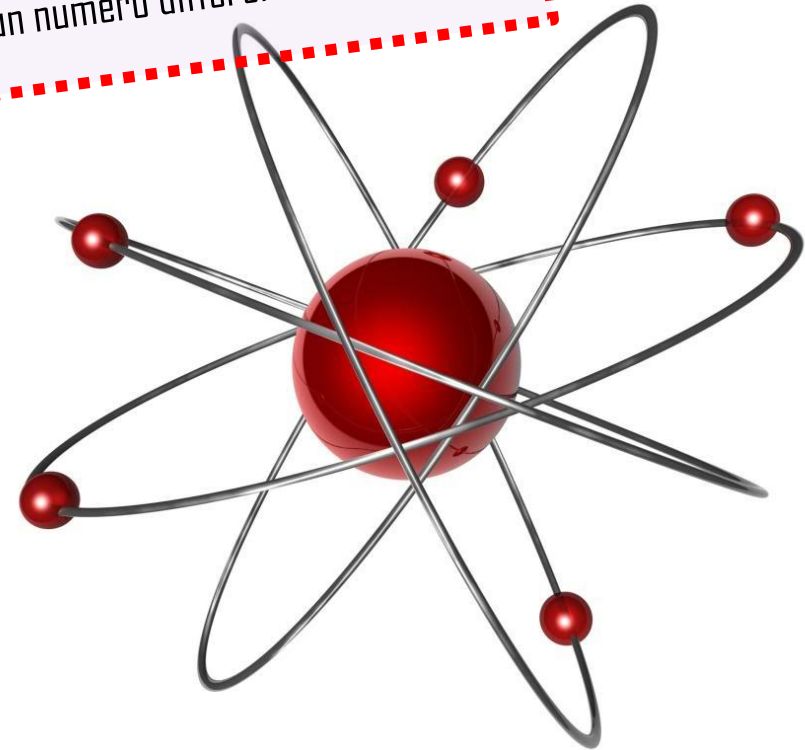


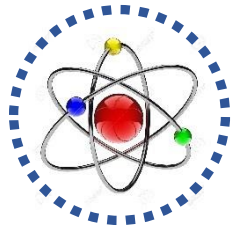
## Base Atomo

Ogni elemento è caratterizzato da atomi tutti uguali fra loro.

Il numero atomico ( $Z$ ) di un elemento indica il numero di elettroni (e di protoni) presenti in ciascun atomo.

L'isotopo di un elemento chimico è un atomo che possiede stesso numero atomico, ma differente numero di massa. Ciò è dovuto alla presenza di un numero differente di neutroni.

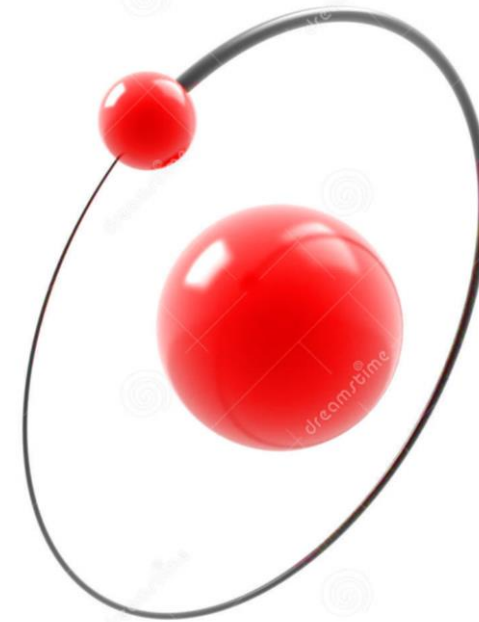
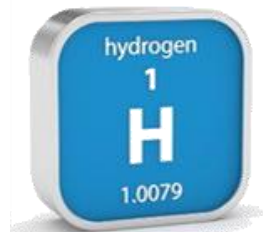


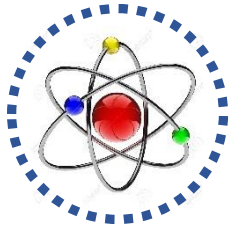


## Atomo\_Iidrogeno

L'atomo di Iidrogeno ha un numero atomico pari a 1, quindi ogni atomo di idrogeno conterrà un solo elettrone (ed un solo protone).

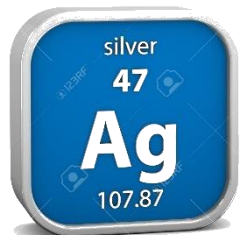
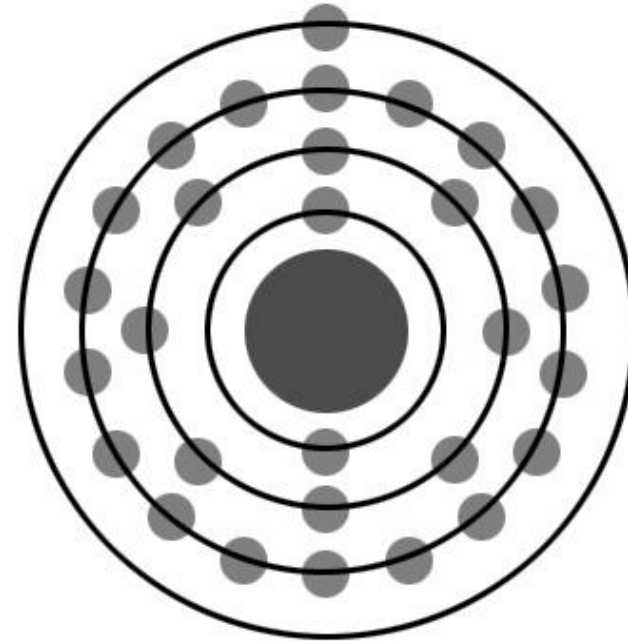
Viceversa tutti gli atomi con un solo elettrone saranno atomi di idrogeno.



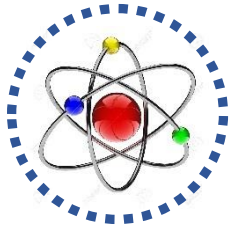


## Atomo\_Argento

L'atomo di Argento è caratterizzato da un numero atomico uguale a 47. Quindi avrà 47 elettroni attorno al nucleo.

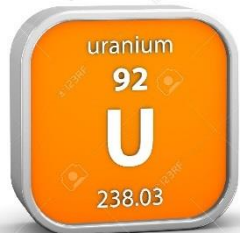
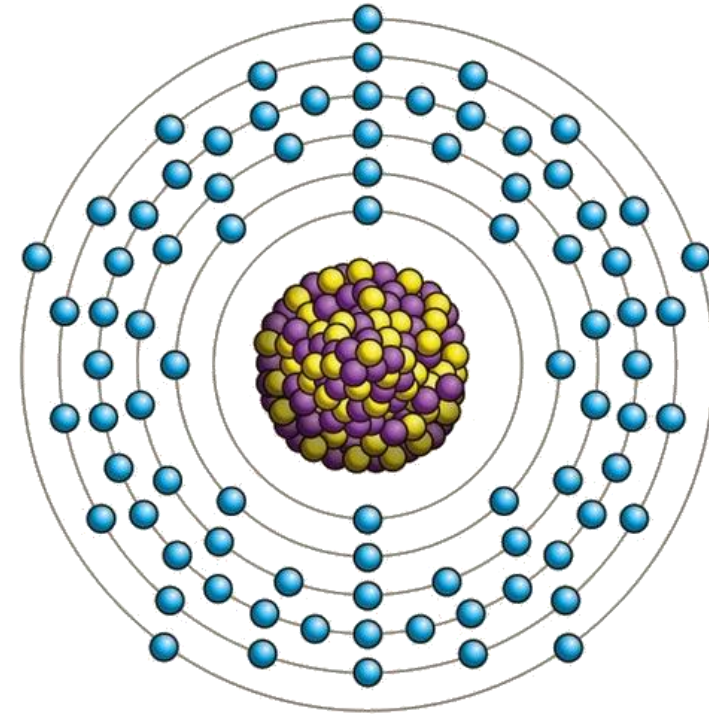


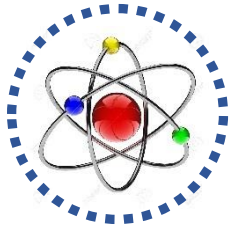
nickel 28 <b>Ni</b> 58.693	copper 29 <b>Cu</b> 63.546	zinc 30 <b>Zn</b> 65.38	gallium 31 <b>Ga</b> 69.723
palladium 46 <b>Pd</b> 106.42	silver 47 <b>Ag</b> 107.87	cadmium 48 <b>Cd</b> 112.41	indium 49 <b>In</b> 114.818
platinum 78 <b>Pt</b> 195.084	gold 79 <b>Au</b> 196.967	mercury 80 <b>Hg</b> 200.59	thallium 81 <b>Tl</b> 204.383



## Atomo\_Uranio

L'atomo di Uranio è caratterizzato da un numero atomico uguale a 92. Quindi avrà 92 elettroni attorno al nucleo.





## Tavola\_Periodica

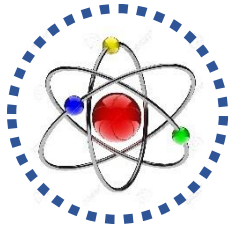
Gli elementi vengono presentati nel sistema periodico.

La rappresentazione riportata è quella J. Thomsen del 1895: in essa gli elementi sono disposti in ordine di numero atomico crescente e sistemati in 7 file orizzontali chiamate periodi.

		Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili		
		1 IA	2 IIA											13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0		
1	1	H	2																2	He	
2	3	Li	4																10	Ne	
3	11	Na	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Ar	
4	19	K	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	Kr	
5	37	Rb	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	Xe	
6	55	Cs	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	Rn	
7	87	Fr	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	81	82	83	84	85	86	Rn	
				Elementi di transizione interna																	
				58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
				Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
				90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
				Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Metallici  
 Non metallici  
 Gas nobili

\*Lantanidi  
 \*\*Attinidi



# Tavola Periodica

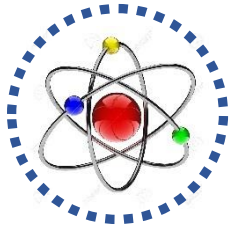
Gli elementi vengono presentati nel sistema periodico.

La rappresentazione riportata è quella J. Thomsen del 1895: in essa gli elementi sono disposti in ordine di numero atomico crescente e **sistemati in 7 file orizzontali chiamate periodi**.

Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili		
1 IA																	18 0		
1	1 H	2 IIA											13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	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	
5	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	
6	55 Cs	56 Ba	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	
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn							
			Elementi di transizione interna																
			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			
			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			

- Metallici
- Non metallici
- Gas nobili

\*Lantanidi  
\*\*Attinidi



# Tavola Periodica

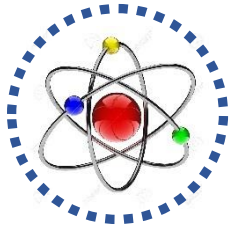
Gli elementi vengono presentati nel sistema periodico.

**Gli elementi di uno stesso gruppo sono caratterizzati da una medesima configurazione elettronica esterna, quindi formano legami con gli stessi elementi.**

Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili		
1 IA																	18 0		
Numero del periodo	1	2											13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18	
1	1 H	2 He																	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	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	
5	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	
6	55 Cs	56 Ba	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	
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn							
			Elementi di transizione interna																
			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			
			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			

- Metallici
- Non metallici
- Gas nobili

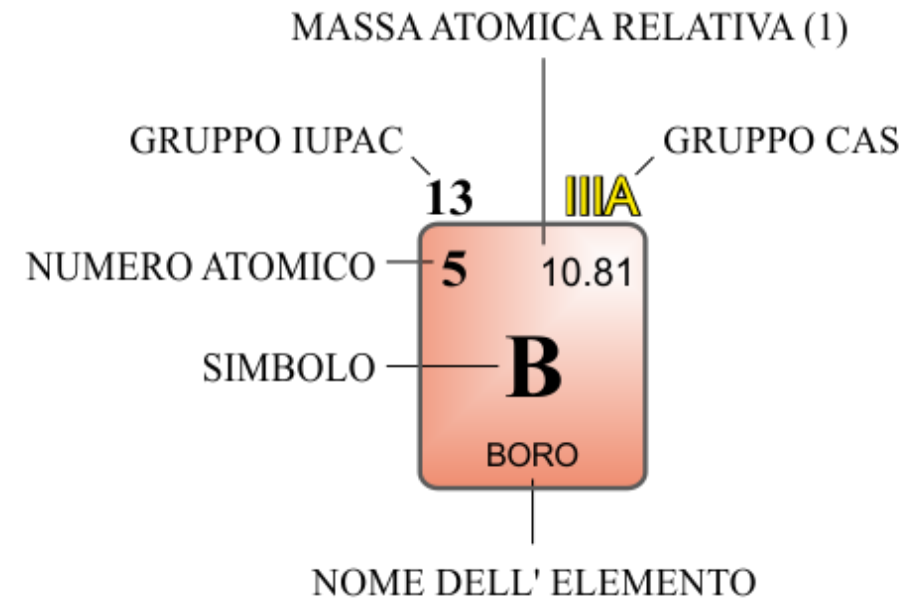
\*Lantanidi  
\*\*Attinidi

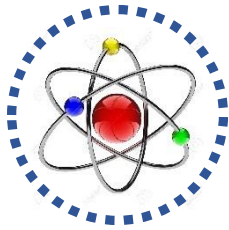


## Tavola\_Periodica

Gli elementi vengono presentati nel sistema periodico.

La rappresentazione riportata è quella J. Thomsen del 1895: in essa gli elementi sono disposti in ordine di numero atomico crescente e sistemati in 7 file orizzontali chiamate periodi.





Tavola\_Periodica

Peso\_Atomico

In valore assoluto la massa degli elementi oscilla tra  $10^{-22}$  e  $10^{-24}$  g. Per non lavorare con numeri così piccoli si è scelto di rapportare le masse assolute ad un valore di riferimento, introducendo il concetto di peso atomico relativo (pA).

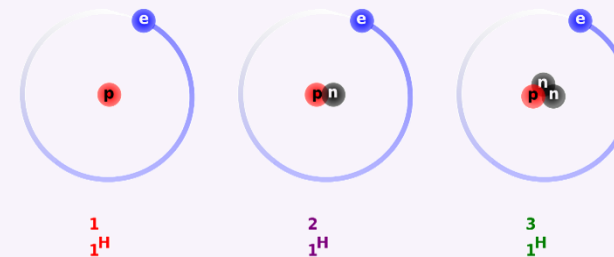
Come riferimento è stato scelto 1/12 della massa dell'isotopo del  $^{12}\text{C}$  chiamato **unità di massa atomica (uma)**.

Il peso atomico relativo è dato dalla seguente formula:

$$pA = m_{\text{ass}} / 1 \text{ uma}$$

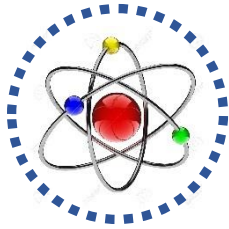
$$1 \text{ uma} = 1,6605389 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

L'isotopo di un elemento chimico è un atomo che possiede stesso numero atomico, ma differente numero di massa. Ciò è dovuto alla presenza di un numero differente di neutroni (H\_prozio\_trizio\_deuterio).



*Non dimenticare*





Tavola\_Periodica

Peso\_Molecolare

Il peso molecolare si può definire come la somma dei pesi atomici di tutti gli elementi che costituiscono la molecola, moltiplicati ciascuno per un numero che rappresenta quante volte l'atomo dell'elemento è presente in quella molecola.

Calcolare il peso molecolare dell'acqua  $H_2O$  sapendo che il peso atomico di **H** è **1.008 uma** e quello di **O** è **16 uma**

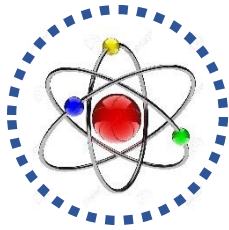
Nel composto  $H_2O$  sono presenti:

2 atomo di H con massa 1.008 uma

1 atomo di O con massa 16.01 uma

$$2 \times 1.008 + 16 = 18.2 \text{ uma}$$

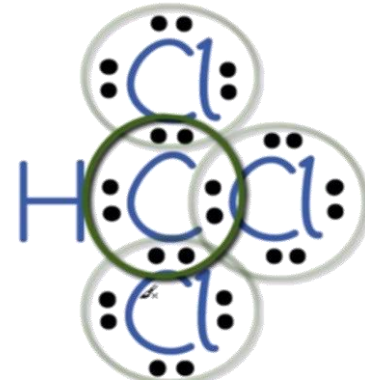
**Questo risultato indica che una molecola dell'acqua pesa 18.2 volte il valore della massa di una unità di massa atomica (uma).**



Tavola\_Periodica

Peso\_Molecolare

Il peso molecolare si può definire come la somma dei pesi atomici di tutti gli elementi che costituiscono la molecola, moltiplicati ciascuno per un numero che rappresenta quante volte l'atomo dell'elemento è presente in quella molecola.



Calcolare il peso molecolare del composto  $\text{CHCl}_3$  (cloroformio) sapendo che il peso atomico di H è 1.008 uma, quello di C è 12.01 uma e quello del Cl è 35.45 uma.

Nel composto  $\text{CHCl}_3$  sono presenti:

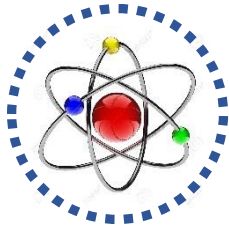
1 atomo di H con massa 1.008 uma

1 atomo di C con massa 12 uma

3 atomi di Cl con massa 35.45 uma

$$1.008 + 12.01 + 3 \times 35,4 = 119,4 \text{ uma}$$

**Questo risultato indica che una molecola di cloroformio pesa 119.4 volte il valore della massa di una unità di massa atomica (uma).**



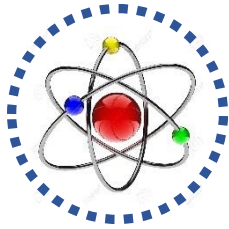
Tavola\_Periodica

Peso\_Molecolare

Calcolare le masse molecolari (in uma) dei seguenti composti:

- a) Diossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )
- b) Caffeina ( $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ )





Tavola\_Periodica

Peso\_Molecolare

Calcolare le masse molecolari (in uma) dei seguenti composti:

a) **Diossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )**

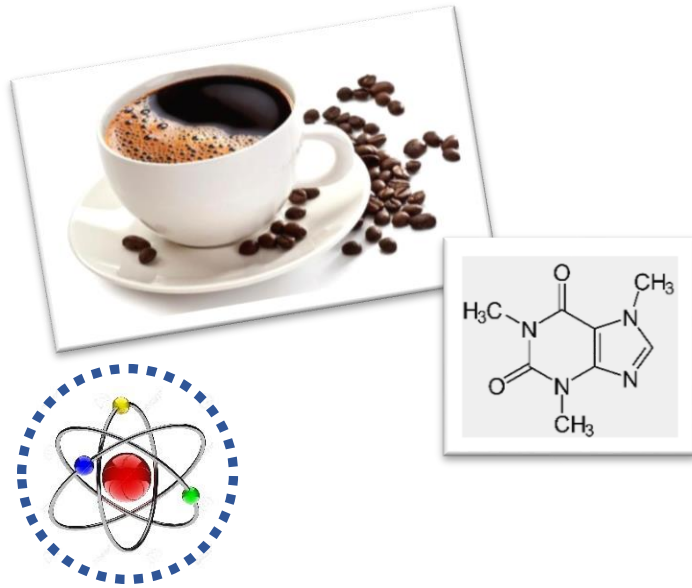
b) **Caffeina ( $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ )**

In  $\text{SO}_2$  ci sono:

1 atomo di S con massa 32.07 uma

1 atomo di O con massa 16 uma

$$32.07 + 2 \cdot 16 = 64.07 \text{ uma}$$



Tavola\_Periodica

Peso\_Molecolare

Calcolare le masse molecolari (in uma) dei seguenti composti:

- a) Diossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )
- b) Caffaina ( $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$ )**

In  $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$  ci sono:

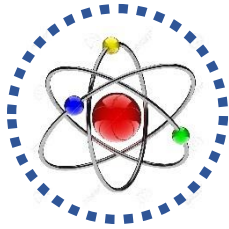
8 atomi di C con massa 12.01 uma

10 atomi di H con massa 1.008 uma

4 atomi di N con massa 14.01 uma

2 atomi di O con massa 16 uma

**= 194.20 uma**



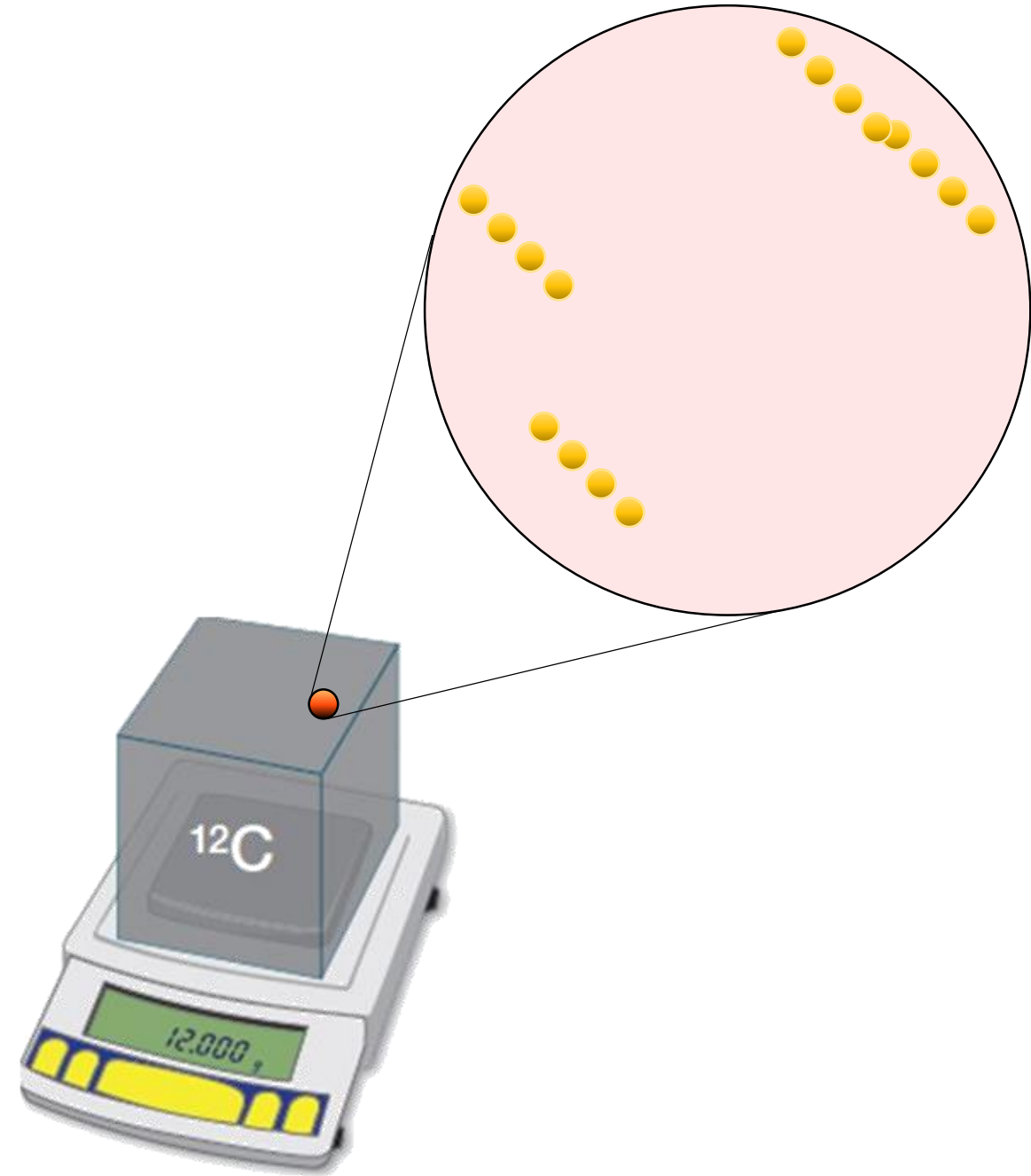
Tavola\_Periodica

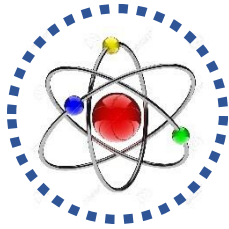
La\_Mole

La mole (mol) rappresenta l'unità di misura della quantità di sostanza nel sistema internazionale.

La mole è definita come la quantità in grammi di una determinata sostanza che contiene un numero di particelle uguali al numero degli atomi presenti in 12 g  $^{12}\text{C}$ .

Questo numero, chiamato numero di **Avogadro (N)**, è pari a  $6.02 \cdot 10^{23}$ .



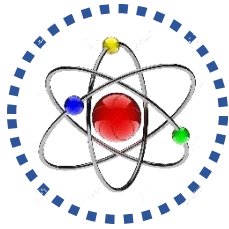


Tavola\_Periodica

La\_Mole

La mole rappresenta quindi la massa in grammi di qualsiasi sostanza che contiene un numero di Avogadro di quelle entità (atomi, ioni, molecole, elettroni) di cui è formata la sostanza in questione.





Tavola\_Periodica

La\_Mole

Una mole di elettroni è quella quantità in grammi che contiene

$6.02 \cdot 10^{23}$  elettroni

*Esempio*



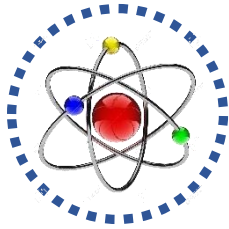


Tavola **Periodica**

La **Mole**

**Per gli atomi o per le molecole, la mole rappresenta il peso atomico o il peso molecolare espresso in grammi.**

La massa della mole viene chiamata **massa molare (mM)** e la sua unità di misura è:  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Una mole di una pesa esattamente 1 g e contiene  $6.02 \cdot 10^{23}$  atomi, pertanto un atomo da 1 una peserà

$$(1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) / 6.02 \cdot 10^{23} \text{ atomi} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g/atomo}$$

Una molecola di sodio (Na), il cui atomo è costituito da 23 una, avrà una massa molare pari a:

$$(23) \cdot (1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g/atomo}) \cdot (6.02 \cdot 10^{23} \text{ atomi}) = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

essendo

$$(1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g/atomo}) \approx (6.02 \cdot 10^{23} \text{ atomi})$$



*Esempio*

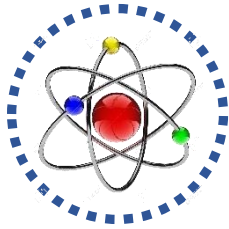


Tavola **Periodica**

La **Mole**

**Per gli atomi o per le molecole, la mole rappresenta il peso atomico o il peso molecolare espresso in grammi.**

La massa della mole viene chiamata **massa molare (mM)**  
e la sua unità di misura è:  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Una mole di acido borico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) è costituita da:

3 moli di idrogeno,

1 mole di atomi di boro

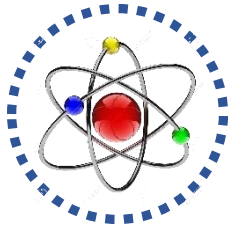
3 moli di atomi di ossigeno.

Calcolare il peso molecolare e la sua massa molare.

Poiché il peso molecolare dell'acido borico è 61.8 uma, la sua massa molare sarà uguale a  $61.8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .



*Esempio*



Tavola\_Periodica

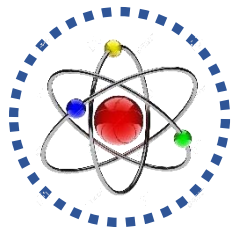
La\_Mole

Un campione di  $\text{CO}_2$  pesa 10.0 g, calcolare:

- le moli di  $\text{CO}_2$ , le moli di C e le moli di atomi di ossigeno;
- il numero di molecole di  $\text{CO}_2$ , di atomi di C e di atomi di ossigeno.



*Esercizio*



## Tavola\_Periodica

## La\_Mole

Un campione di  $\text{CO}_2$  pesa 10.0 g. calcolare:

- le moli di  $\text{CO}_2$ , le moli di C e le moli di atomi di ossigeno;
- il numero di molecole di  $\text{CO}_2$ , di atomi di C e di atomi di ossigeno.

*Esercizio*



La prima cosa da fare è calcolare il peso molecolare di  $\text{CO}_2$ .

Prendiamo la tavola periodica e cerchiamo i due elementi chimici.

Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi						Gas nobili	
1 IA																		18 0	
1	1 H	2	2 IIA											13	14	15	16	17	18
	3 Li	4	4 Be											5	6 C	7	8 O	9	10
														13	14	15	16	17	18
2														III B	IV B	V B	VI B	VII B	He
3	11 Na	12	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
				III A	IV A	V A	VIA	VII A	VIII			IB	IIB	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	19 K	20	20 Ca	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
				Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37 Rb	38	38 Sr	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
				Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55 Cs	56	56 Ba	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
				La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87 Fr	88	88 Ra	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112						
				Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						

Elementi di transizione interna

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Metallici \*Lantanidi  
Non metallici \*\*Attinidi  
Gas nobili



*Svolgimento esercizio*



per le molecole, la mole rappresenta il peso molecolare espresso in grammi.

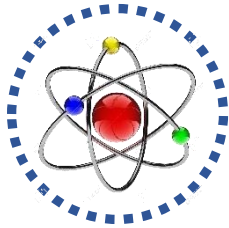


Tavola **P**eriodica

La **M**ole

Un campione di  $\text{CO}_2$  pesa 10.0 g. calcolare:

- a) le moli di  $\text{CO}_2$ , le moli di C e le moli di atomi di ossigeno;
- b) il numero di molecole di  $\text{CO}_2$ , di atomi di C e di atomi di ossigeno.



*Esercizio*



Il peso molecolare di  $\text{CO}_2$  è:  $12 + 2 \cdot 16 = 44$

**Quindi una mole pesa 44 g.**

Avendo il nostro campione un peso di 10.0 g, per conoscere il **numero di moli di  $\text{CO}_2$  (x)** impostiamo la seguente proporzione:

$$1.0 \text{ mole} : 44 \text{ g} = x : 10 \text{ g}$$

il **numero di moli di  $\text{CO}_2$  (x)** in 10 g di campione è:

**0.23 mol**

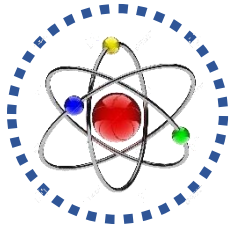
Tenendo conto che nella molecola di  $\text{CO}_2$  il rapporto tra gli elementi che costituiscono questa molecola,

**Le moli di C sono uguali alle moli di  $\text{CO}_2$  = 0.23**

**Le moli di O<sub>2</sub> sono uguali a due volte le moli di  $\text{CO}_2$  = 0.46**

*Svolgimento esercizio*





Tavola\_Periodica

La\_Mole

Un campione di  $\text{CO}_2$  pesa 10.0 g. calcolare:

- le moli di  $\text{CO}_2$ , le moli di C e le moli di atomi di ossigeno;
- il numero di molecole di  $\text{CO}_2$ , di atomi di C e di atomi di ossigeno.



*Esercizio*

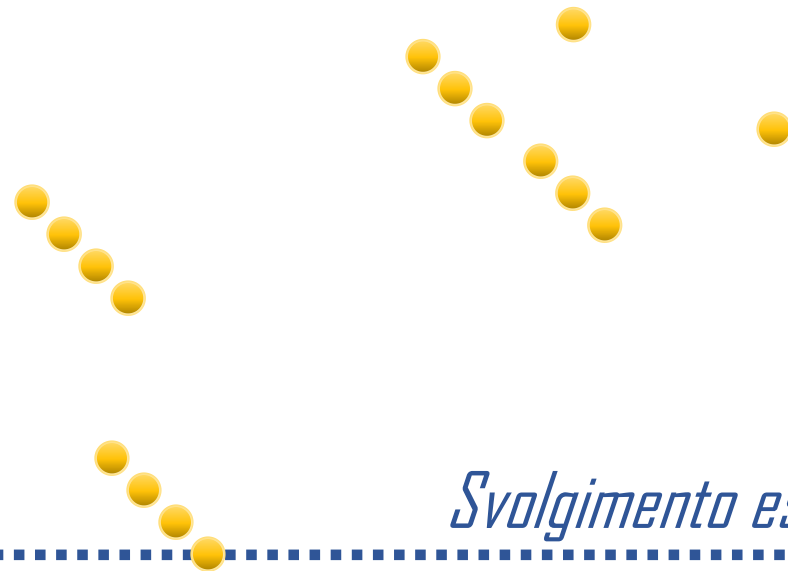
Per ottenere il numero di molecole di  $\text{CO}_2$  si moltiplicano le moli per il numero di Avogadro

$$(0.23 \text{ mol}) \cdot (6.02 \cdot 10^{23} \text{ molecole/mol}) = 1.4 \cdot 10^{23} \text{ molecole}$$

Analogamente, moltiplicando il numero di moli di atomi di carbonio e di ossigeno per il numero di Avogadro, si ottiene il numero degli atomi di carbonio ed ossigeno contenuti in 10 g di  $\text{CO}_2$  :

$$\text{Atomi di C} = (0.23) \cdot (6.02 \cdot 10^{23} \text{ atomi/mol}) = 1.4 \cdot 10^{23} \text{ atomi}$$

$$\text{Atomi di O} = (0.46) \cdot (6.02 \cdot 10^{23} \text{ atomi/mol}) = 2.8 \cdot 10^{23} \text{ atomi}$$



*Svolgimento esercizio*

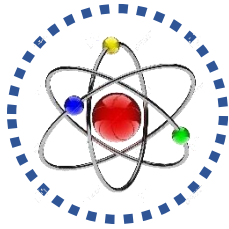




## Una piccola **P**ausa

*"La capacità di rimanere concentrati su contenuti che ci vengono veicolati e che richiedono uno sforzo mentale costante, focalizzato su un obiettivo è nota come attenzione sostenuta. Nel caso degli studenti in aula c'è chi cerca di memorizzare subito la lezione e chi, invece, attraverso una propria chiave interpretativa traduce i contenuti in appunti per delegare la memorizzazione a una fase successiva".*





Tavola\_Periodica

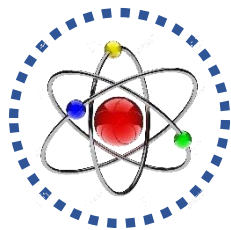
La\_Mole

Il metano ( $\text{CH}_4$ ) è il principale componente del gas naturale.

Quante moli di metano sono contenute in 6.07 g di  $\text{CH}_4$ ?



*Esercizio*



Tavola\_Periodica

La\_Mole

Il metano ( $\text{CH}_4$ ) è il principale componente del gas naturale.

Quante moli di metano sono contenute in 6.07 g di  $\text{CH}_4$ ?

Esercizio



La prima cosa da fare è calcolare il peso molecolare di  $\text{CH}_4$ .

Prendiamo la tavola periodica e cerchiamo i due elementi chimici.

Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi						Gas nobili	
1	2											13	14	15	16	17	18		
IA	IIA											IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	0		
1 H	2 He											3 Li	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
2	3	4	8						9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
3	11	12	3	4	5	6	7	VIII			11	12	13	14	15	16	17	18	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112						18	
	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						0	

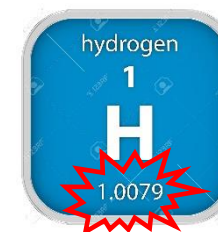
Numero del periodo

Elementi di transizione interna

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Metallici  
Non metallici  
Gas nobili

\*Lantanidi  
\*\*Attinidi



Svolgimento esercizio



per le molecole, la mole rappresenta il peso molecolare espresso in grammi.

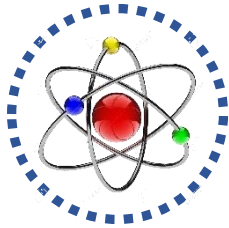


Tavola **P**eriodica

La **M**ole

Il metano ( $\text{CH}_4$ ) è il principale componente del gas naturale.

Quante moli di metano sono contenute in 6.07 g di  $\text{CH}_4$ ?



*Esercizio*



Il peso molecolare di  $\text{CH}_4$  è:  $12 + 4 \cdot 1.0079 = 16.04$

**Quindi una mole pesa 16.04 g.**

Avendo il nostro campione un peso di 6.07 g, per conoscere il **numero di moli di  $\text{CH}_4$  (x)** impostiamo la seguente proporzione:

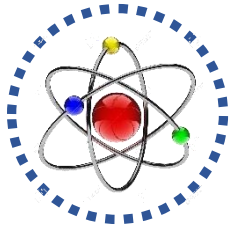
$$1.0 \text{ mole} : 16.04 \text{ g} = x : 6.07 \text{ g}$$

il **numero di moli di  $\text{CH}_4$  (x)** in 6.07 g di campione è:

**0.378 mol**

*Svolgimento esercizio*





Tavola\_Periodica

La\_Mole

L'urea  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  è utilizzata come fertilizzante nel settore agricolo e nella  
manifattura di polimeri.

Quanti atomi di idrogeno sono presenti in 25.6 g di urea?



*Esercizio*

per le molecole, la mole rappresenta il peso molecolare espresso in grammi.

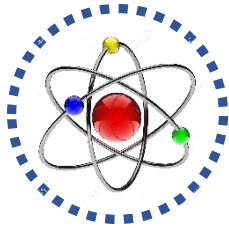


Tavola **Periodica**

La **Mole**

L'urea  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  è utilizzata come fertilizzante nel settore agricolo e nella manifattura di polimeri.

Quanti atomi di idrogeno sono presenti in 25.6 g di urea?



*Esercizio*



Il peso molecolare di  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  è:  $2 \cdot (14 + 2 \cdot 1.0079) + 12.01 + 16 = 60.06$

**Quindi una mole pesa 60.06 g.**

Grammi urea  $\rightarrow$  moli urea  $\rightarrow$  moli di H  $\rightarrow$  atomi di H

Avendo il nostro campione un peso di 25.6 g, per conoscere il **numero di moli di  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (x)** impostiamo la seguente proporzione:

$$1.0 \text{ mole} : 60.06 \text{ g} = x : 25.6 \text{ g}$$

il **numero di moli di  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (x)** in 25.6 g di campione è:

**0.43 mol**

*Svolgimento esercizio*



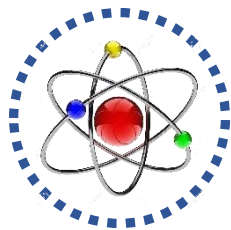


Tavola **Periodica**

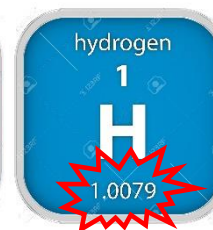
La **Mole**

L'urea  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  è utilizzata come fertilizzante nel settore agricolo e nella manifattura di polimeri.

Quanti atomi di idrogeno sono presenti in 25.6 g di urea?



*Esercizio*



Il numero delle moli di idrogeno è:

$$4 \cdot 0.43 = 1.70 \text{ mol}$$

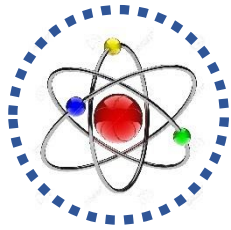
Il numero di atomi è dato dal prodotto tra le moli e il numero di Avogadro

$$1.70 \text{ mol} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \text{ atomi / mole} =$$

$$= 1.03 \cdot 10^{24} \text{ atomi}$$

*Svolgimento esercizio*





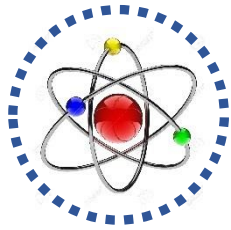
# Tavola Periodica

		Elementi rappresentativi										Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
		1 IA																	18 0								
		1	2											13	14	15	16	17	18								
		IA	IIA											IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	0								
1		1 H	2 He											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne								
2		3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar								
3	Numero del periodo	11 Na	12 Mg	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar								
4		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								
5		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								
6		55 Cs	56 Ba	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								
7		87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn														

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

		Elementi rappresentativi										Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
		1 IA																	18 0								
		1	2											13	14	15	16	17	2								
		H	IIA											III B	IV B	VB	VIB	VII B	He								
Numero del periodo	1	1 H	2 IIA Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne								
	2	3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar								
	3	11 Na	12 Mg	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr								
	4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe								
	5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn								
	6	55 Cs	56 Ba	57 La*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg														
	7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn														

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



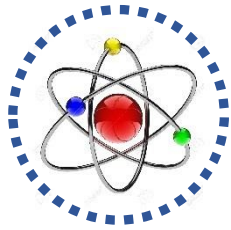


Tavola Periodica

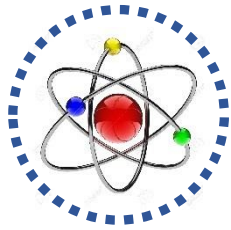
Non Metalli

		Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
		1 IA	2 IIA											13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	Numero del periodo	1 H	2 He											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
2		3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
3		11 Na	12 Mg	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4		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
5		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
6		55 Cs	56 Ba	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
7		87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

I Periodo - Piccolissimo periodo

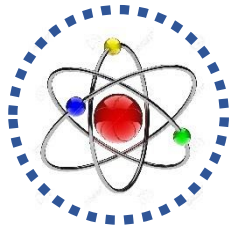
Contiene solo due elementi:  
Idrogeno e Elio

Numero del periodo	Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	1 H	2 He																
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	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
5	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
6	55 Cs	56 Ba	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

Il Periodo - Primo periodo corto

Contiene otto elementi:

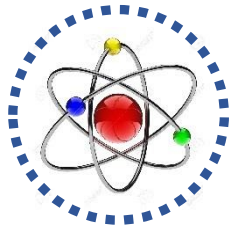
Litio, Berillio, Boro, Carbonio, Azoto, Ossigeno, Fluoro, Neon

		Elementi rappresentativi										Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili		
		1 IA																						13 IIIB, 14 IVB, 15 VB, 16 VIB, 17 VIIB					18 0
Numero del periodo	1	1 H	2 He																2 He										
	2	3 Li	4 Be																5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne					
	3	11 Na	12 Mg	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIII			9	10	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar								
	4	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										
	5	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										
	6	55 Cs	56 Ba	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										
	7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn																

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

III Periodo - Secondo periodo corto

Contiene otto elementi:

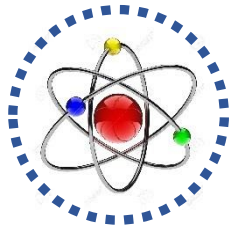
Sodio, Magnesio, Alluminio, Silicio, Fosforo, Zolfo, Cloro, Argon

Numero del periodo	Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	1 H	2 He																
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	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
5	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
6	55 Cs	56 Ba	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

IV Periodo – Primo periodo lungo

Contiene diciotto elementi:

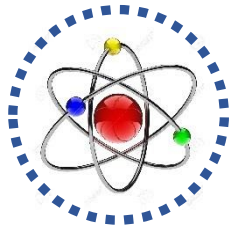
Potassio, Calcio, Scandio, Titanio,  
Vanadio, Cromo, Manganese, Ferro,  
Cobalto, Nichel, Rame, Zinco, Gallio,  
Germanio, Arsenico, Selenio, Bromo,  
Kripton

Numero del periodo	Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	1 H	2 He																
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	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
5	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
6	55 Cs	56 Ba	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

V Periodo - Secondo periodo lungo

Contiene diciotto elementi:

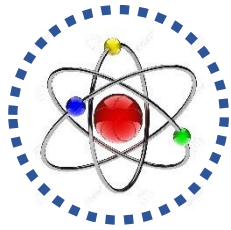
Rubidio, Stronzio, Ittrio, zirconio,  
 Niobio, Molibdeno, Tecnezio, Rutenio,  
 Rodio, Palladio, Argento, Cadmio,  
 Indio, Stagno, Antimonio, Tellurio,  
 Iodio, Xenon.

Numero del periodo	Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	1 H	2 He																
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	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
5	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
6	55 Cs	56 Ba	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
 \*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

VI Periodo - Primo periodo molto lungo

Contiene trentadue elementi:

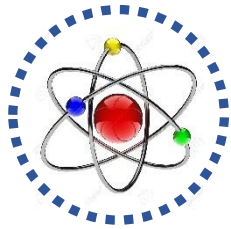
Cesio, Bario, Lantanio, \*Cerio, Praseodimio, Neodimio, Promezio, Samario, Europio, Gadolinio, Terbio, Dsprosio, Osmio, Erblio, Tulio, Itterbio, Lutezio\* Afnio, Tantalio, Tungsteno, Renio, Osmio, Iridio, Platino, Oro, Mercurio, Tallio, Piombo, Bismuto, Polonio, Astatio, Radon.

Numero del periodo	Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	1 H	2 He																
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	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
5	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
6	55 Cs	56 Ba	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \*Lantanidi  
\*\*Attinidi

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
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



# Tavola Periodica

VII Periodo - Secondo periodo molto lungo

Contiene Ventisei elementi:

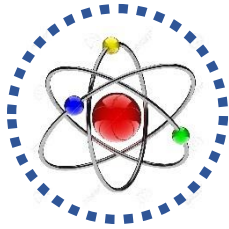
Francio, Radio, Attinio, \*\* Torio, Protoattinio,  
 Uranio, Nettunio, Plutonio, Americio, Curio,  
 Berkelio, Californio, Einstenio, Fermio,  
 Mendelevio, Nobelio, Laurenzio \*\* Rutherfordio,  
 Dubnio, Seaborgio, Bohrio, Hassio, Meitnerio,  
 Darmstadtio, Roentgenio, Copernicio,  
 Nihonium, Flerovio, Moscovium, Livermorio,  
 Tennessine, Oganessian

Numero del periodo	Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili
	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	1 H	2 He																
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	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
5	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
6	55 Cs	56 Ba	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn						

Elementi di transizione interna

- Metallici
  - Non metallici
  - Gas nobili
- \* Lantanidi  
 \*\* Attinidi

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
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



## Tavola Periodica

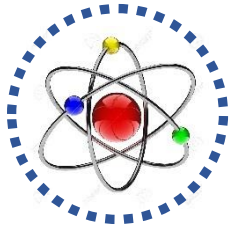
La caratteristica fondamentale della tavola periodica è la sistemazione degli elementi in modo tale che quelli con proprietà chimiche e fisiche simili si trovano in colonne verticali dette **gruppi**.

Gli elementi appartenenti allo stesso gruppo possiedono il medesimo numero di elettroni esterni.

		Elementi rappresentativi		Elementi di transizione										Elementi rappresentativi					Gas nobili								
		1 IA	2 IIA											13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0								
1	1	H																	2 He								
2	2	Li	Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne								
3	3	Na	Mg	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8 VIII	9	10	11 IB	12 IIB	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar								
4	4	K	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								
5	5	Rb	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								
6	6	Cs	Ba	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								
7	7	Fr	Ra	89 Ac**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn														
														Elementi di transizione interna													
														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
														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

Metallici  
 Non metallici  
 Gas nobili

\*Lantanidi  
\*\*Attinidi

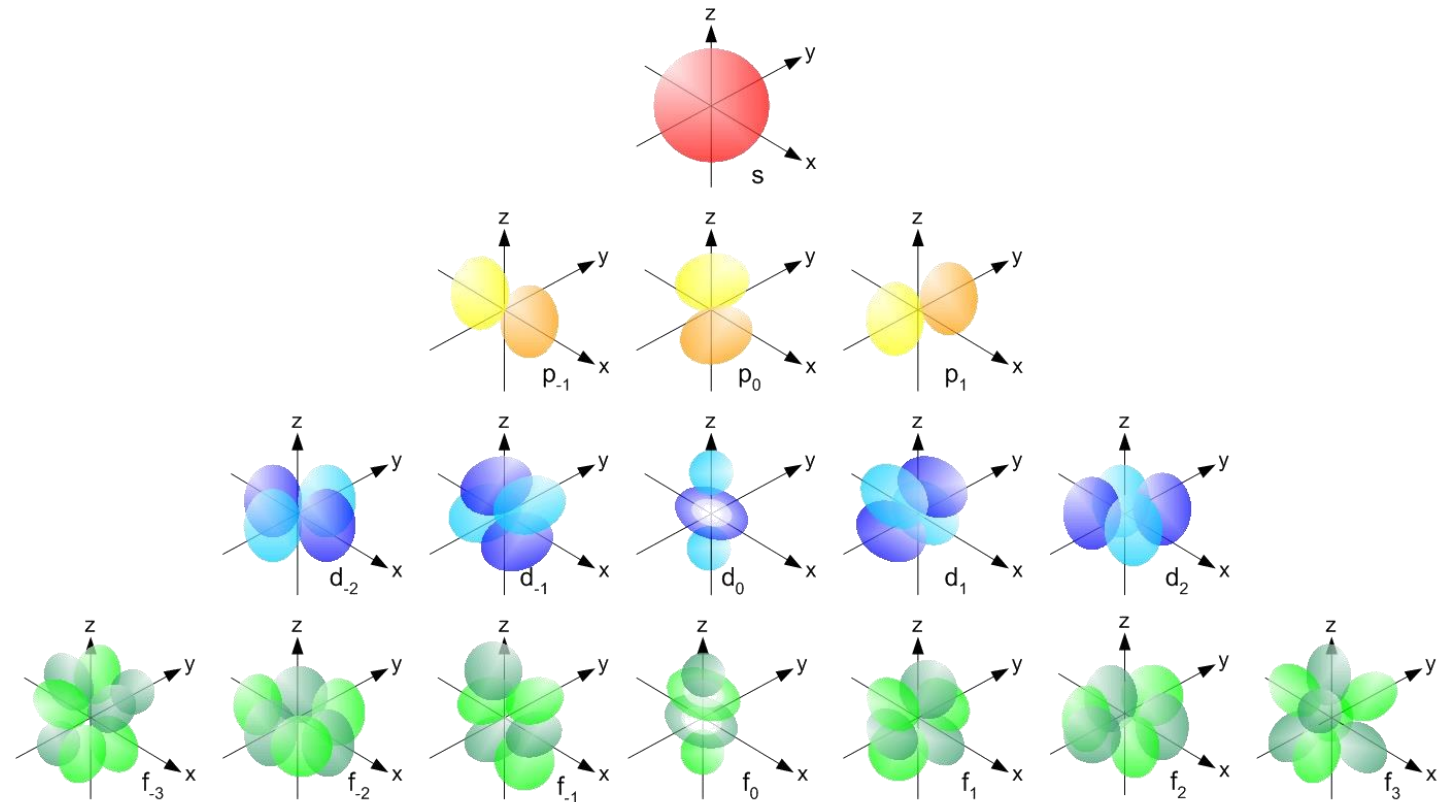


## Livelli\_Energia

Gli elettroni ruotano intorno al nucleo su livelli con energia progressivamente crescente passando da quelli più interni (più vicini al nucleo, a quelli più lontani dal nucleo).

Su ciascun livello possiamo trovare uno o più tipi di orbitali.

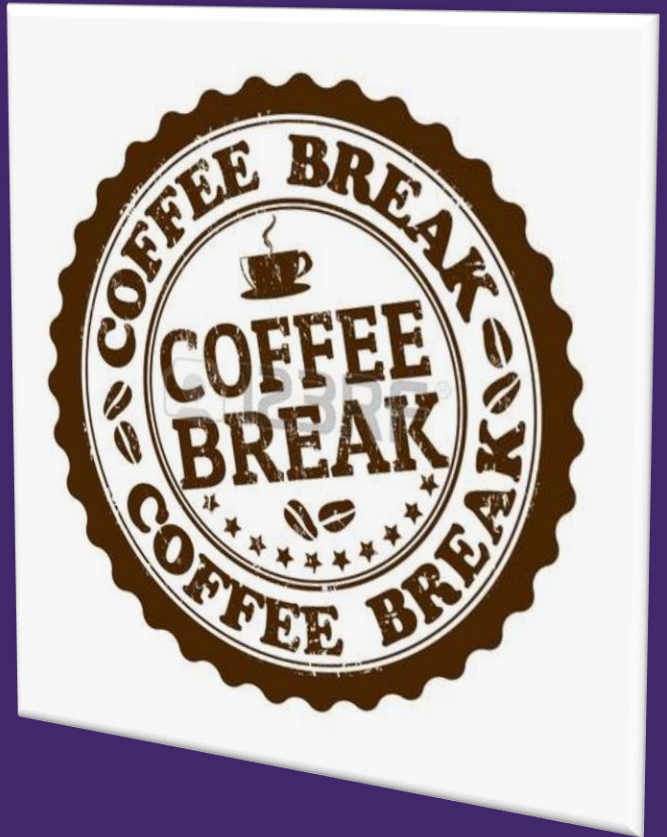
Gli orbitali possono essere di tipo **s, p, d, f**





## Studenti Cattive abitudini

- 1. Pensare che quanto si studia non serve e non interessa;*
- 2. Pensare che l'importante è perdere meno tempo possibile con lo studio della materia;*
- 3. Dare poca importanza al proprio benessere psicofisico;*
- 4. Non pianificare i propri tempi di studio pensando al tanto tempo a disposizione;*
- 5. Ritenerne superflue le strategie di studio e di memoria;*
- 6. Studiare in presenza di fonti di distrazione;*
- 7. Pensare che tutto il materiale di studio abbia la stessa importanza;*
- 8. Continuare a studiare anche se la mente ormai è da un'altra parte;*
- 9. Ripetersi ossessivamente la materia, anche dopo aver verificato che essa è sostanzialmente conosciuta;*
- 10. Assumere un atteggiamento passivo e abitudinario verso i compiti di apprendimento.*

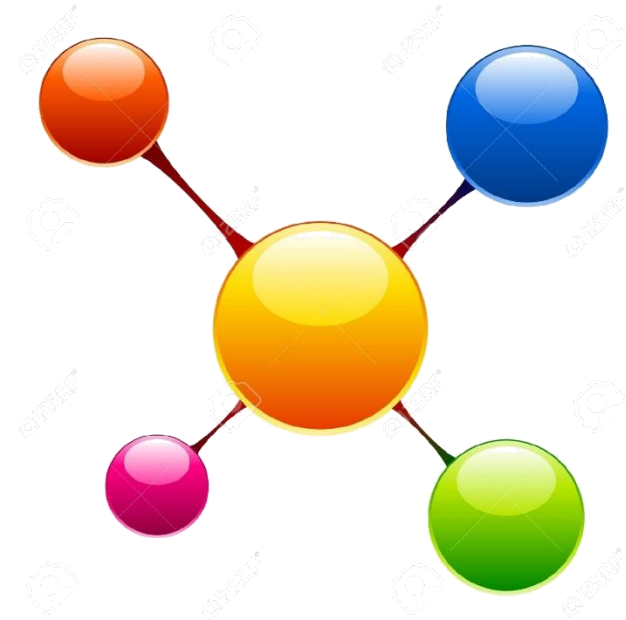


# Corso di Tecnologia dei Materiali

Il legame Chimico



Legame\_Chimico



Classificazione dei legami:

Primari

Covalente

Dativo

Ionico

Metallico

Secondari

Idrogeno

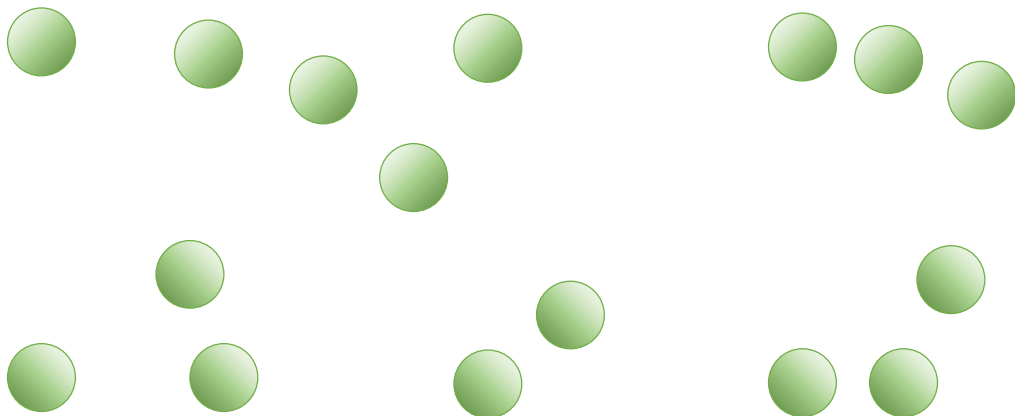
Forze di Van der Waals



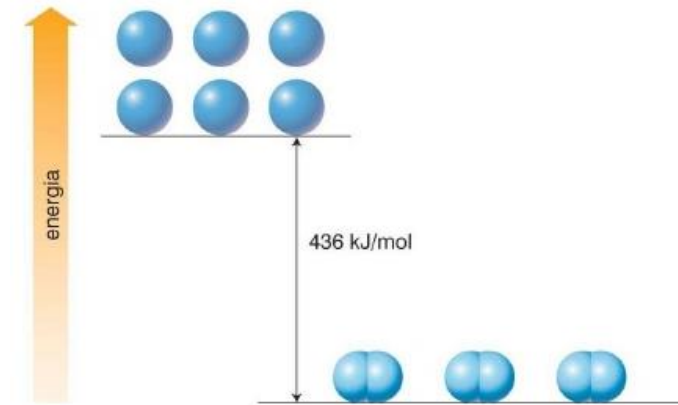
## Legame\_Chimico

La natura dei legami chimici può essere spiegata ricordando che in natura un processo avviene spontaneamente quando viene raggiunto un valore di energia più basso di quello di partenza.

Due o più atomi si legano tra loro quando l'aggregato che si forma ha un contenuto energetico minore di quello dell'insieme dei singoli atomi isolati.

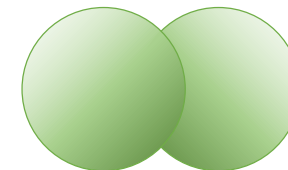


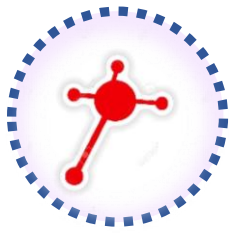
Questo significa che, per spezzare i legami presenti in una sostanza e portare gli atomi a distanza infinita, occorrerà spendere una determinata quantità di energia.



Energia di legame\_Idrogeno

L'energia di legame di una generica molecola biatomica AB, è definita come l'energia necessaria per rompere il legame formando due atomi neutri secondo la reazione:





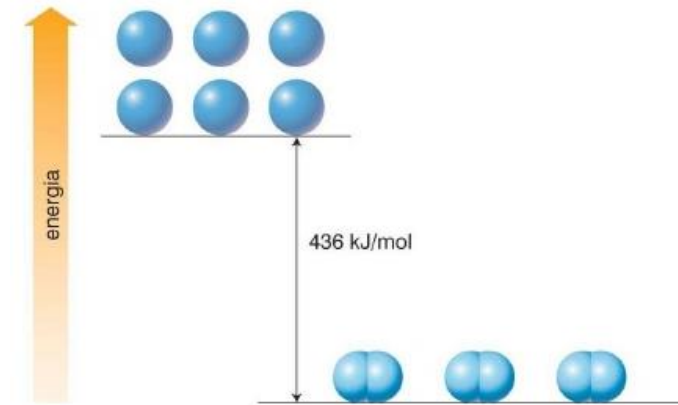
## Legame\_Chimico

TABELLA 4.1

Energia di legame di molecole biatomiche

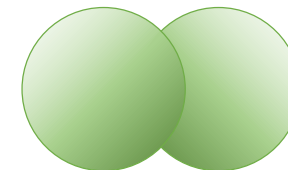
Molecola	Energia di legame (kJ • mol <sup>-1</sup> )	Molecola	Energia di legame (kJ • mol <sup>-1</sup> )
H <sub>2</sub>	436	Li <sub>2</sub>	109
O <sub>2</sub>	498	N <sub>2</sub>	941
F <sub>2</sub>	155	HF	565
Cl <sub>2</sub>	244	HCl	427
Br <sub>2</sub>	193	HBr	364
I <sub>2</sub>	151	HI	299

Questo significa che, per spezzare i legami presenti in una sostanza e portare gli atomi a distanza infinita, occorrerà spendere una determinata quantità di energia.



Energia di legame\_Idrogeno

L'energia di legame di una generica molecola biatomica AB, è definita come l'energia necessaria per rompere il legame formando due atomi neutri secondo la reazione:



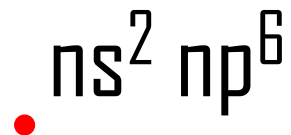


## Legame\_Chimico

Gli atomi più stabili sono quello dei gas nobili che possiedono elevatissimi valori dell'energia di ionizzazione. In condizioni normali di temperatura e pressione questi elementi esistono come gas monoatomici.

helium 2 <b>He</b> 4.0026	neon 10 <b>Ne</b> 20.180	argon 18 <b>Ar</b> 39.948	krypton 36 <b>Kr</b> 83.798	xenon 54 <b>Xe</b> 131.29	radon 86 <b>Rn</b> [222]
------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

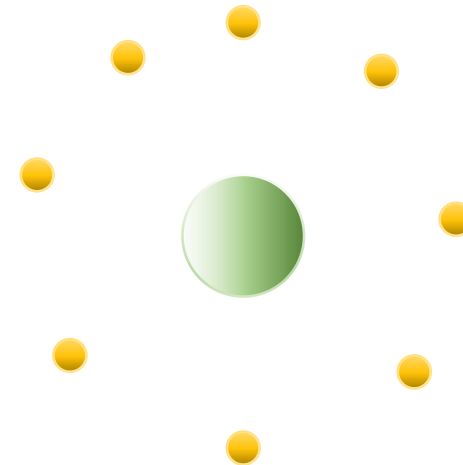
Tutti i gas nobili, ad eccezione dell'elio, presentano configurazioni elettroniche caratterizzate dalla presenza di otto elettroni nel livello energetico più esterno.



La formazione di un legame chimico può essere giustificata tramite la REGOLA dell'OTTETTO, che presuppone, ove possibile, il raggiungimento di una configurazione elettronica esterna simile a quella dei gas inerti.

Questa configurazione può essere ottenuta tramite trasferimento o compartecipazione di elettroni tra due o più atomi.

Nel primo caso si ha formazione di un legame ionico, nel secondo di un legame covalente.



# Il legame Covalente

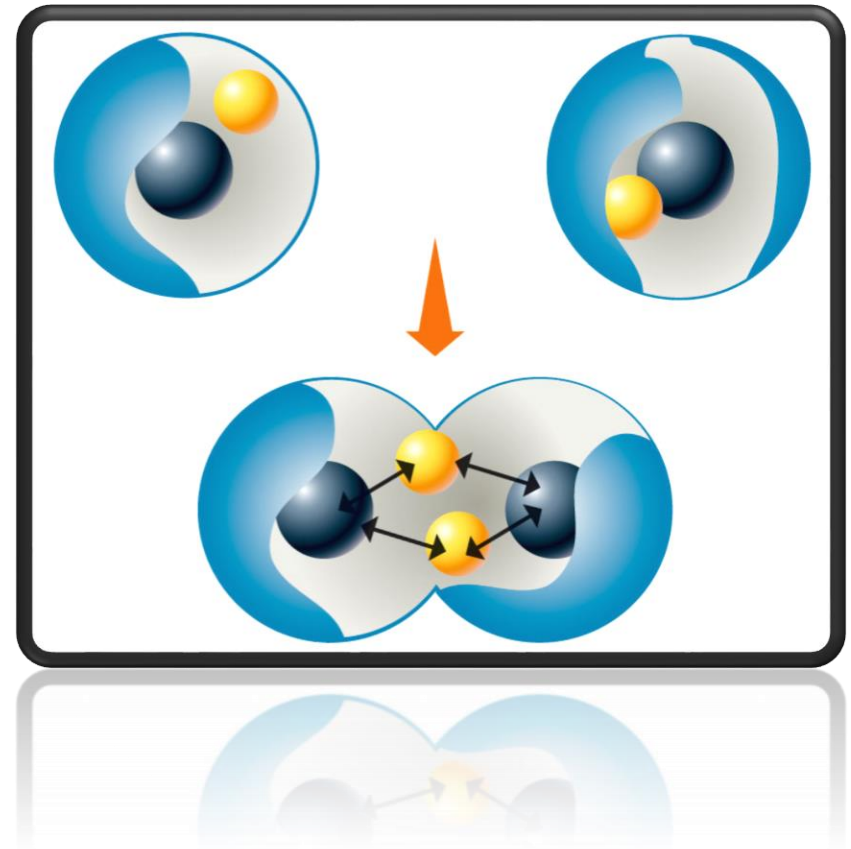


## Legame\_Chimico

Il legame covalente avviene tra atomi uguali o differenti che mettono in comune una o più coppie di elettroni.

Atomi uguali\_ **legame covalente omeopolare**

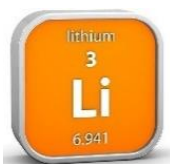
Atomi differenti\_ **legame covalente eteropolare**



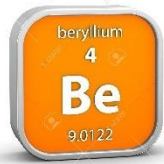


## Legame\_Chimico

Per descrivere la formazione di un legame è utile impiegare la rappresentazione di Lewis nella quale il nucleo e gli elettroni più interni sono rappresentati dal simbolo dell'elemento, mentre gli elettroni esterni sono rappresentati da dei puntini



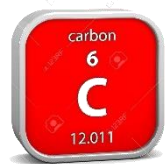
I



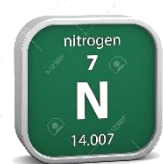
II



III



IV



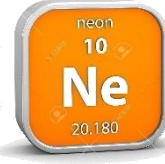
V



VI



VII



VIII



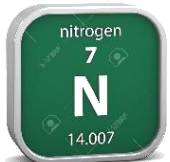


## Legame\_Chimico



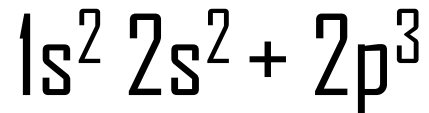
Idrogeno

Z = 1



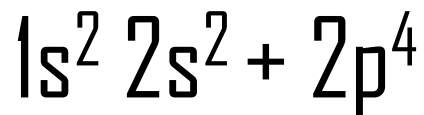
Azoto

Z = 8



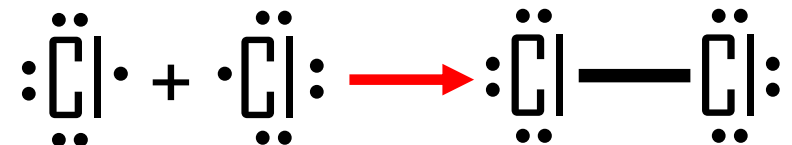
Ossigeno

Z = 8



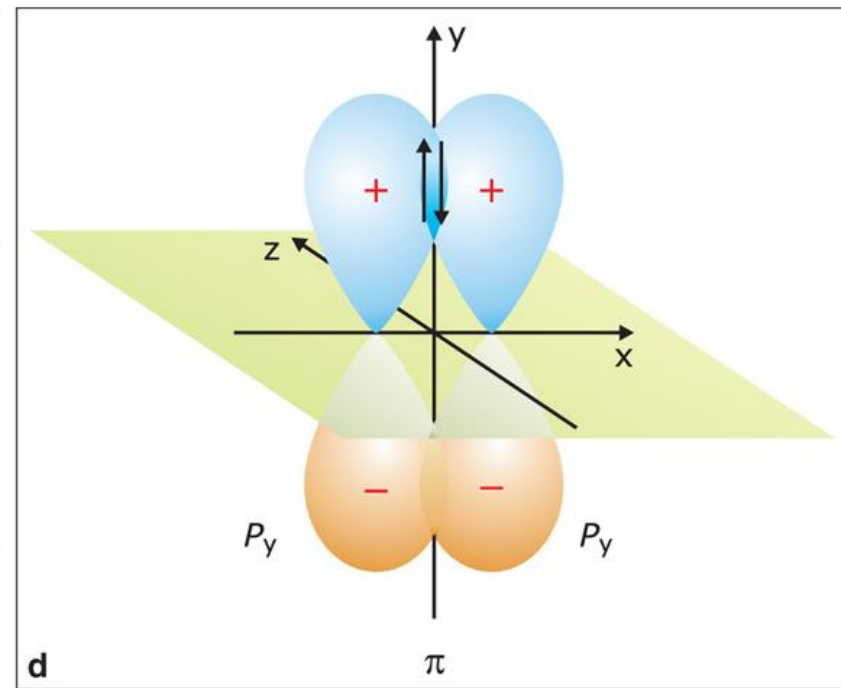
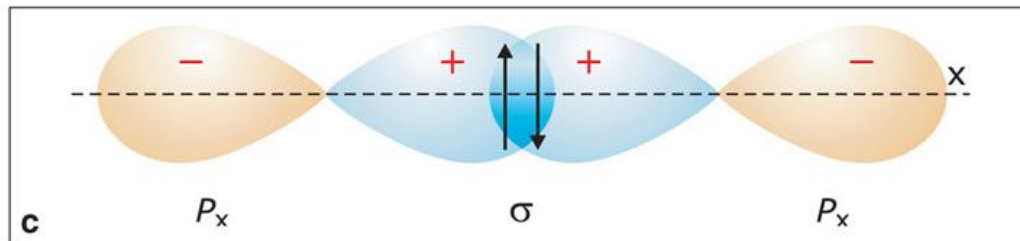
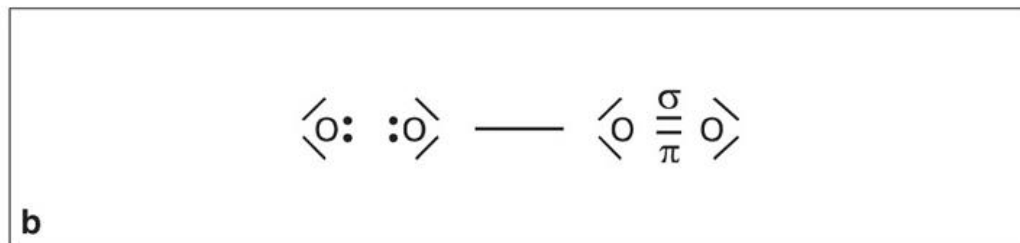
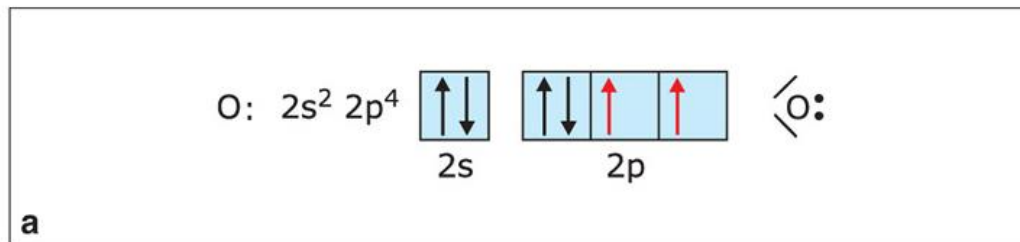
Cloro

Z = 17



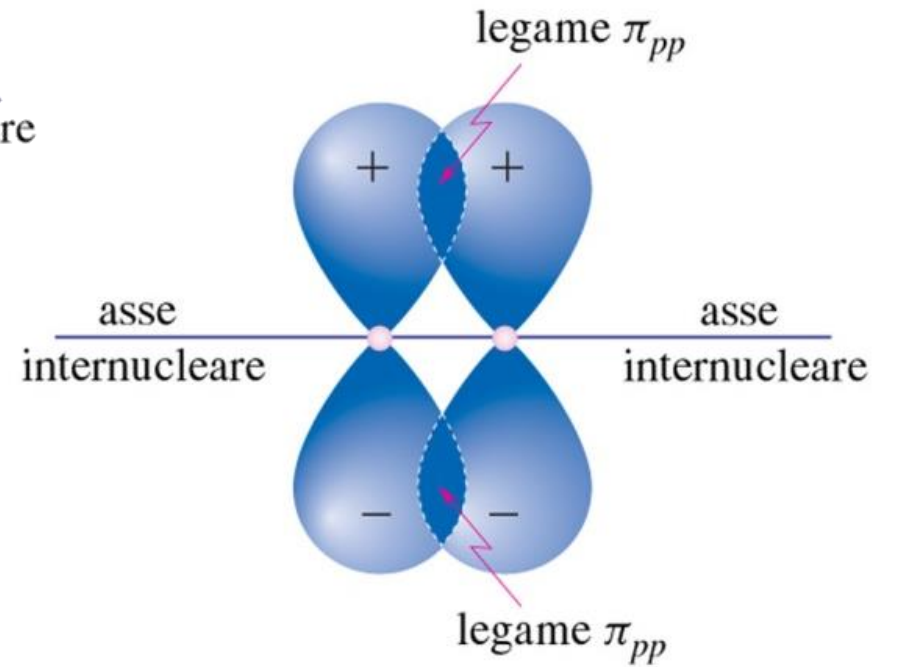
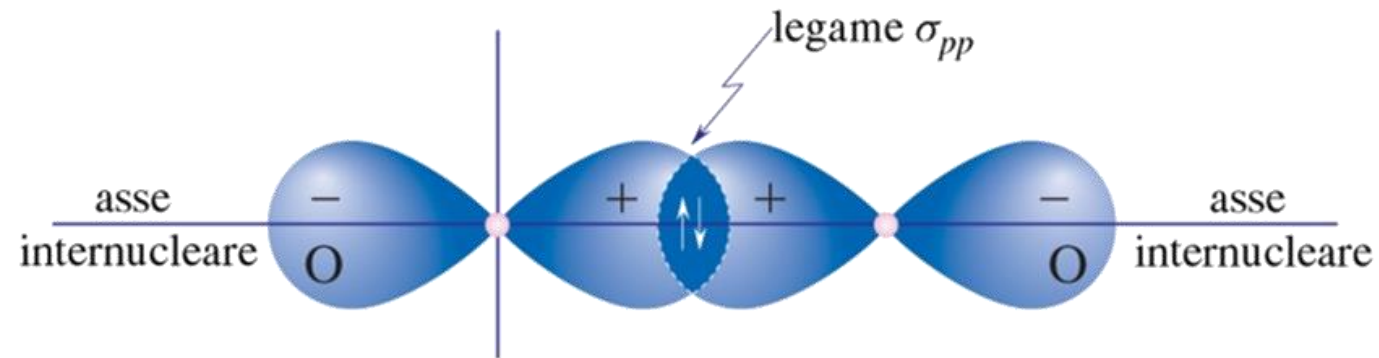


# Legame Chimico





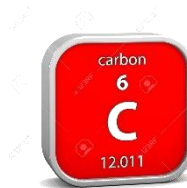
Legame\_Chimico





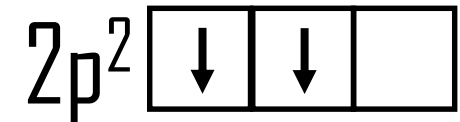
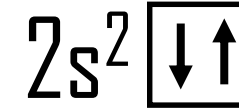
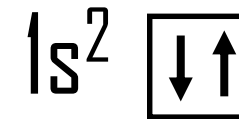
Legame\_Chimico

Atomi uguali\_legame covalente omeopolare



Carbonio

$Z = 6$



Ibridizzazione  $sp^3$



Il carbonio, nel suo stato fondamentale, ha la struttura elettronica esterna  $2s^2 2p^2$ .

Questa configurazione dovrebbe dare origine a due legami covalenti. In realtà, tranne in poche eccezioni, il carbonio si comporta da tetracovalente (quattro legami covalenti).

Per capire questo fenomeno bisogna immaginare che, data la piccola differenza di energia tra gli orbitali  $2s$  e gli orbitali  $2p$  un orbitale  $2s$  venga «promosso» nell'orbitale  $2p$ .



Legame\_Chimico

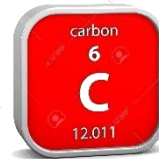
Atomi uguali\_legame covalente omeopolare

Ibridizzazione  $sp^3$



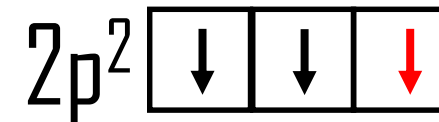
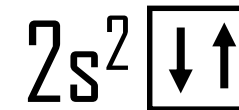
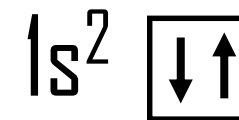
Il processo di eccitazione dell'atomo di Carbonio fino allo stato ibridizzato richiede una certa energia di ibridizzazione.

I nuovi orbitali vengono chiamati  $sp^3$

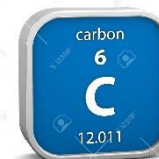


Carbonio

$Z = 6$

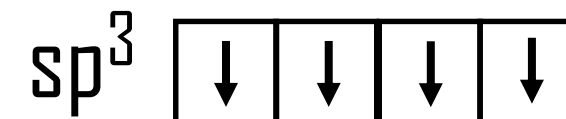


Ibridizzazione  $sp^3$



Carbonio

$Z = 6$





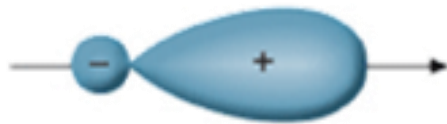
## Legame\_Chimico

Atomi uguali\_legame covalente omeopolare

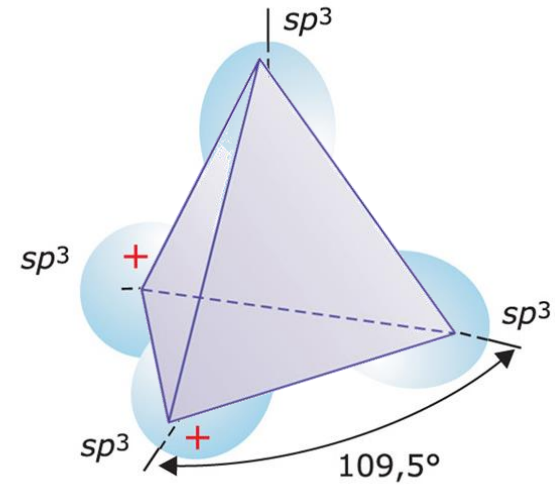
## Ibridizzazione $sp^3$



Gli orbitali  $sp^3$  sono orientati nello spazio in modo tale che i loro assi formano angoli di  $109^\circ 28'$



Forma di un orbitale  $sp^3$



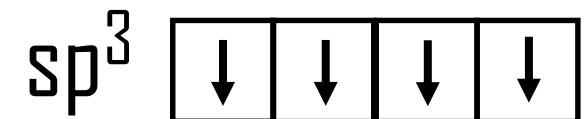
Orbitali ibridi  $sp^3$

## Ibridizzazione $sp^3$



Carbonio

$Z = 6$

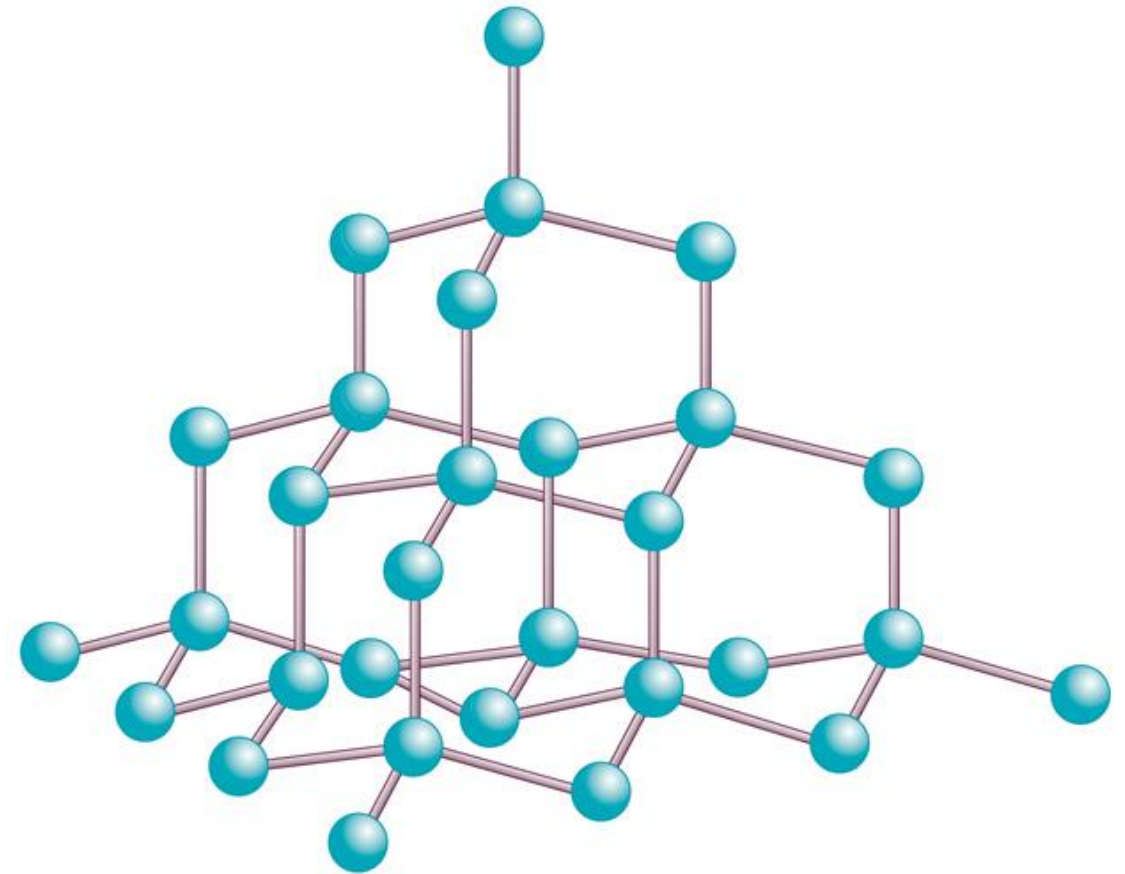
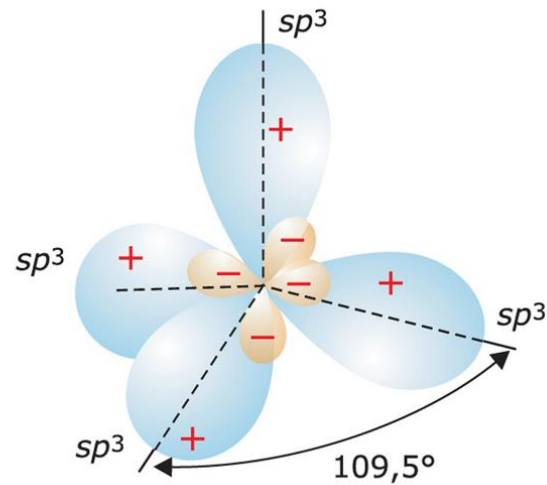
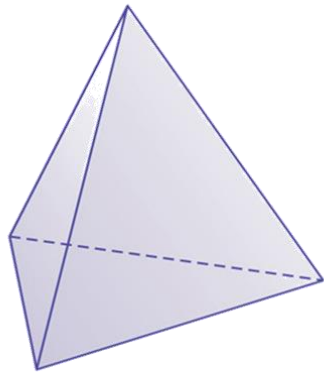




Legame\_Chimico

Atomi uguali\_legame covalente omeopolare

Struttura\_Diamante





## Legame\_Chimico

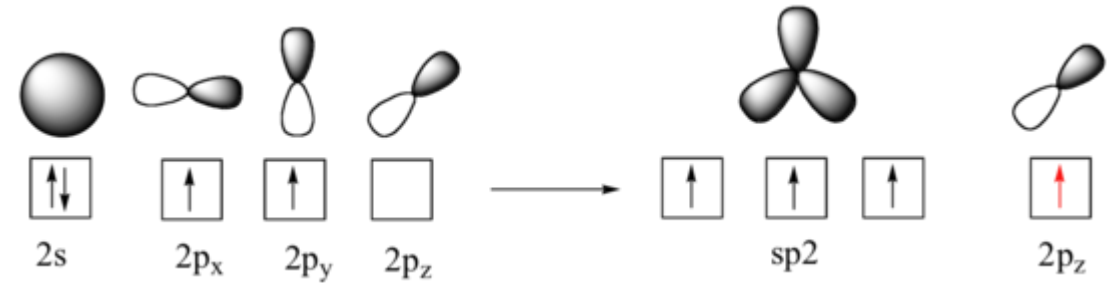
Atomi differenti\_legame covalente omeopolare

## Ibridizzazione $sp^2$



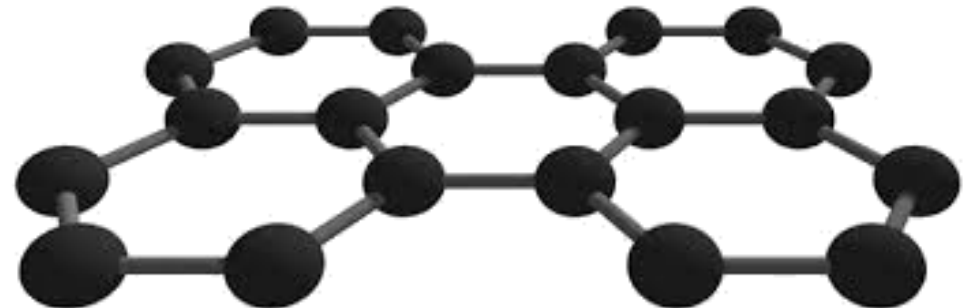
Nell'ibridizzazione  $sp^2$  vengono ibridati l'orbitale  $2s$  e solo due orbitali  $2p$ , in modo da formare tre orbitali ibridi equivalenti che hanno un maggior contenuto energetico rispetto a quelli presenti allo stato fondamentale.

La geometria quindi è planare- triangolare. L'orbitale  $2p$  che non partecipa all'ibridazione è disposto in maniera perpendicolare al piano sul quale giacciono gli orbitali ibridi.



Supponendo che l'orbitale che non ha partecipato all'ibridazione è  $2p_y$ . Pertanto, i tre orbitali ibridi complanari formano legami sigma con angoli di  $120^\circ$ , mentre l'orbitale  $2p_y$  non ibridato forma il legame  $\pi$  con un orbitale  $2p_y$  di un altro atomo di carbonio.

## La\_Grafite





## Legame Chimico

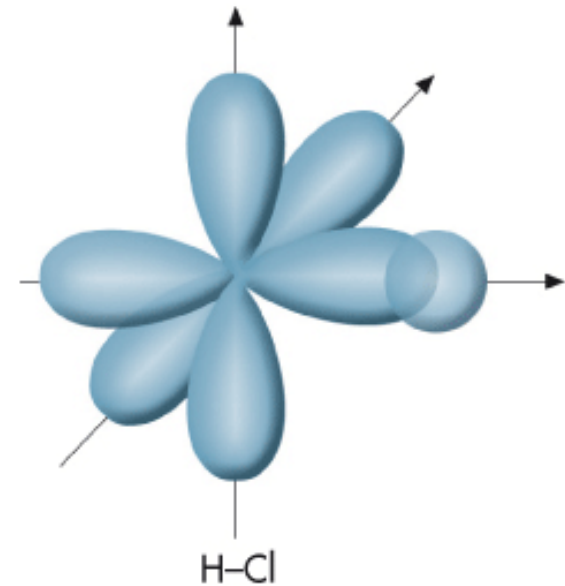
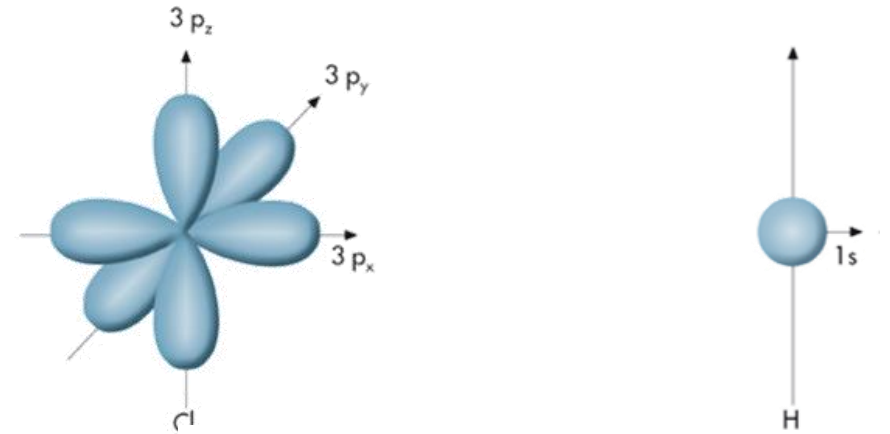
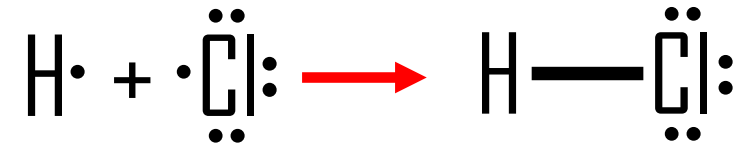
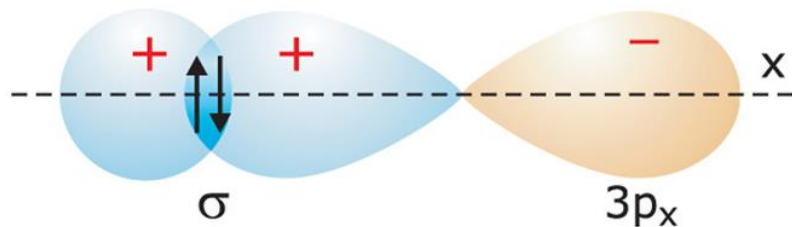
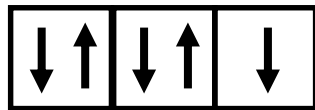
Atomi differenti **legame covalente eteropolare**



Idrogeno  $Z=1$   $1s^1$   $\boxed{\downarrow}$



Cloro  $Z=17$   $Ne + 3s^2 + 3p^5$





Legame\_Chimico

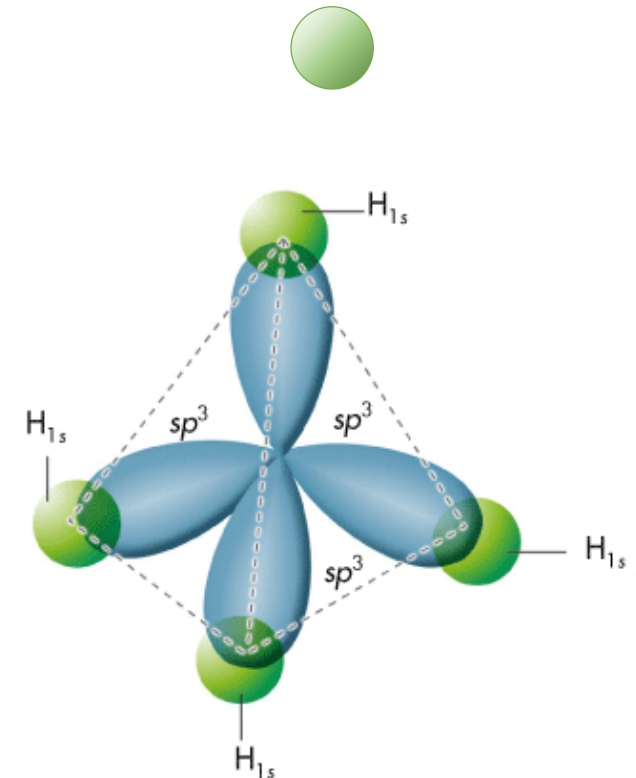
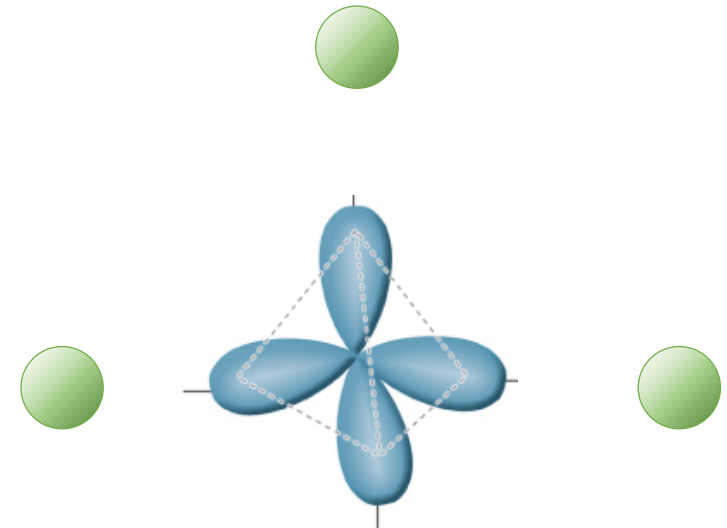
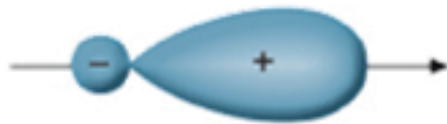
Atomi differenti\_legame covalente eteropolare

Metano

Ibridizzazione  $sp^3$



Gli orbitali  $sp^3$  sono orientati nello spazio in modo tale che i loro assi formano angoli di  $109^\circ 28'$





Legame\_Chimico

Atomi differenti\_legame covalente eteropolare

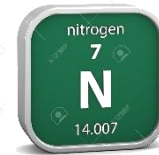
Molecola\_Ammoniaca

Ibridizzazione  $sp^3$



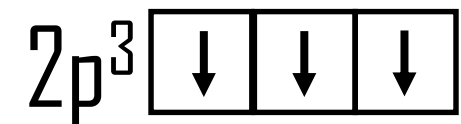
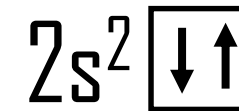
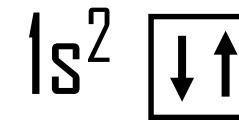
Il fenomeno dell'ibridazione può avvenire anche quando il numero dei legami coincide con quello degli elettroni non appaiati, presenti nella configurazione elettronica dell'atomo nel suo stato fondamentale.

Ne è prova quanto accade nel caso dell'ammoniaca. L'atomo di azoto presenta la configurazione  $1s^2 2s^2 2p^3$  con tre elettroni  $2p$  non appaiati e ci si aspetterebbe perciò che essi venissero utilizzati, così come sono, per la formazione dei legami con i tre atomi di idrogeno.



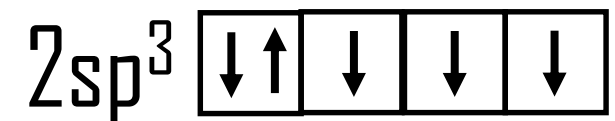
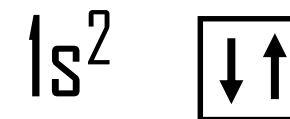
Azoto

$Z = 7$



Azoto

$Z = 7$





Legame **Chimico**

Atomi differenti **legame covalente eteropolare**

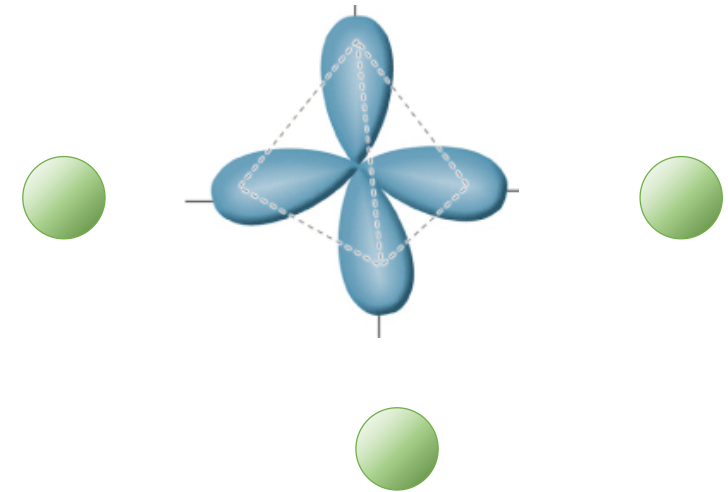
Molecola **Ammoniaca**

Ibridizzazione  $sp^3$



Si deve così ammettere la formazione nell'azoto di quattro orbitali ibridi equivalenti  $sp^3$ , di cui tre sono utilizzati per i legami con l'idrogeno e uno ospita il doppietto elettronico dell'azoto.

Se così fosse gli assi dei tre orbitali  $p_x$ ,  $p_y$  e  $p_z$  sono perpendicolari fra loro, gli angoli formati fra i legami N—H dovrebbero essere pari o assai prossimi a  $90^\circ$ . Essi risultano invece di  $107^\circ$  valore poco distante da quello esistente fra le congiungenti il centro con i vertici di un tetraedro.



La presenza di questa coppia di elettroni che non partecipa alla formazione di legami dà origine ad una certa distorsione, per cui l'angolo fra i legami N—H risulta un po' diverso dal valore tipico del tetraedro.



Legame\_Chimico

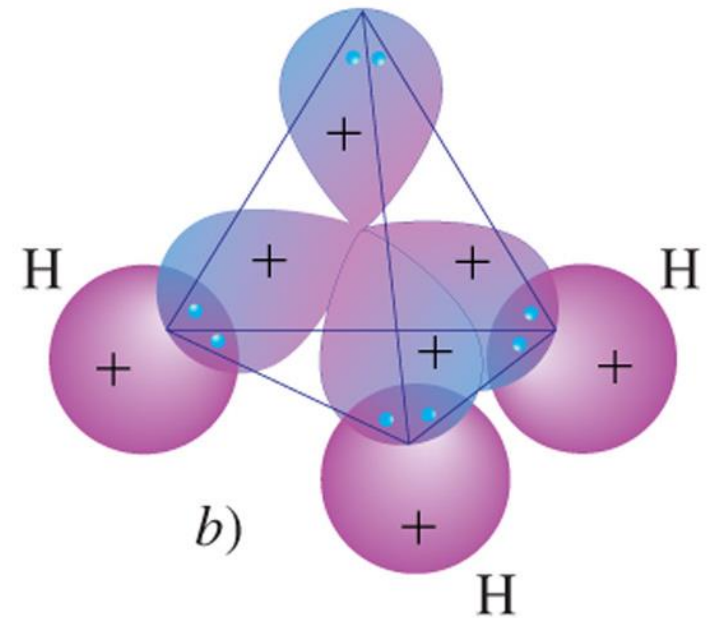
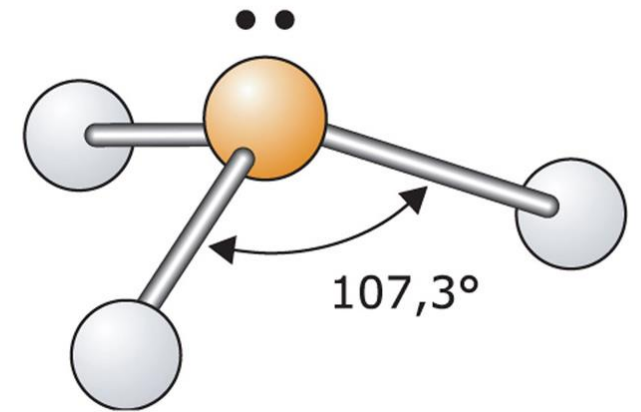
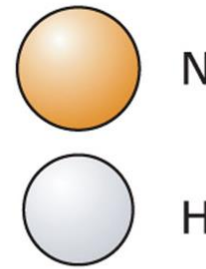
Atomi differenti\_legame covalente eteropolare

Molecola\_Ammoniaca

Ibridizzazione  $sp^3$



La presenza di questa coppia di elettroni che non partecipa alla formazione di legami dà origine ad una certa distorsione, per cui l'angolo fra i legami N—H risulta un po' diverso dal valore tipico del tetraedro.



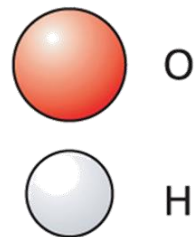


Legame\_Chimico

Atomi differenti\_legame covalente eteropolare

Molecola\_Acqua

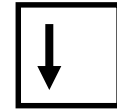
La molecola dell'acqua è costituita da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno, H<sub>2</sub>O.



Idrogeno

Z = 1

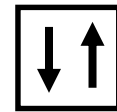
1s<sup>1</sup>



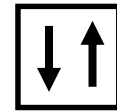
Ossigeno

Z = 8

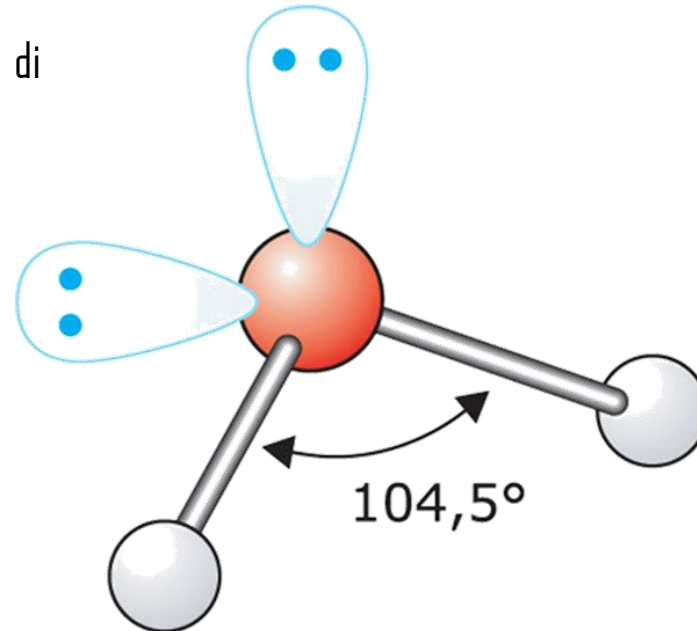
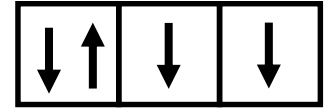
1s<sup>2</sup>



2s<sup>2</sup>



2p<sup>4</sup>





Legame\_Chimico

Atomi differenti\_legame covalente eteropolare

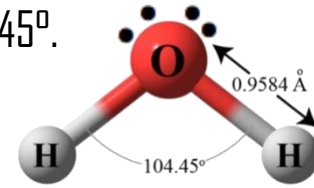
Molecola\_Acqua

Ibridizzazione  $sp^3$



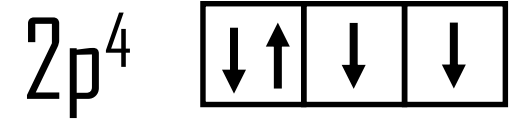
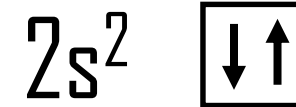
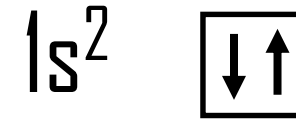
Anche la geometria della molecola dell'acqua,  $H_2O$ , può essere spiegata con l'ibridizzazione  $sp^3$  dell'atomo di ossigeno. In questa molecola due orbitali  $sp^3$  sono occupati ciascuno da un doppietto di elettroni.

La presenza di die doppietti causa una repulsione maggiore rispetto alla molecola di ammoniaca e l'angolo di legame risulta ancora più piccolo,  $104.45^\circ$ .



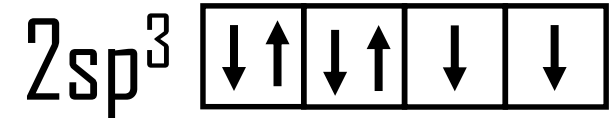
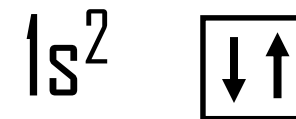
Ossigeno

$Z = 8$



Ossigeno

$Z = 8$



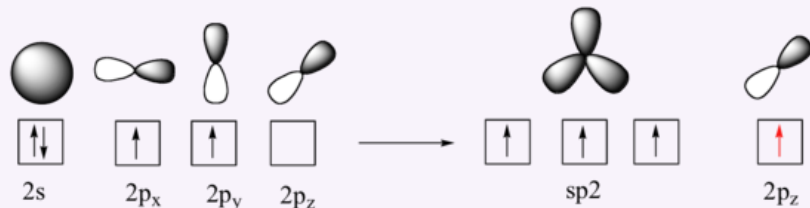


Legame\_Chimico

Molecola\_Etilene

Nella molecola dell'etilene è presente un doppio legame C = C. ogni atomo di carbonio impiega solo due dei tre orbitali p per formare tre orbitali ibridi  $sp^2$  che danno luogo a tre legami di tipo  $\sigma$ .

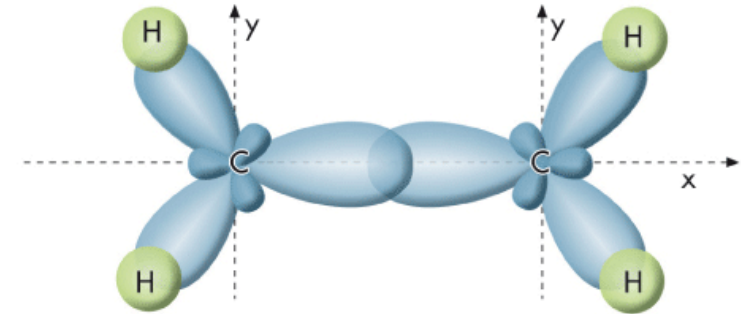
Nell'ibridizzazione  $sp^2$  vengono ibridati l'orbitale 2s e solo due orbitali 2p, in modo da formare tre orbitali ibridi equivalenti.



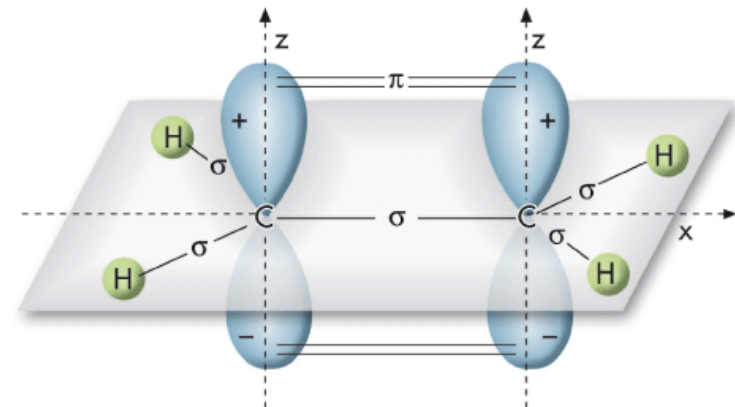
*Non dimenticare*



Supponendo che le direzioni degli orbitali ibridi si trovano sul piano xy, la loro posizione è tale da formare un angolo di  $120^\circ$ .



Gli orbitali, rimasti inalterati, che si trovano perpendicolari al piano xy, si sovrapporranno lateralmente dando luogo ad un legame di tipo  $\pi$ .

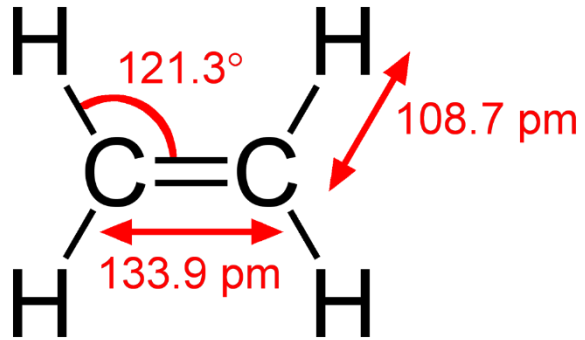




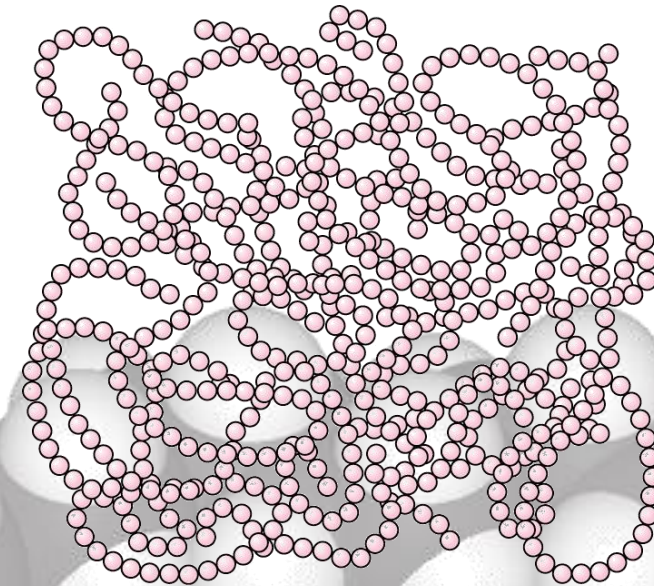
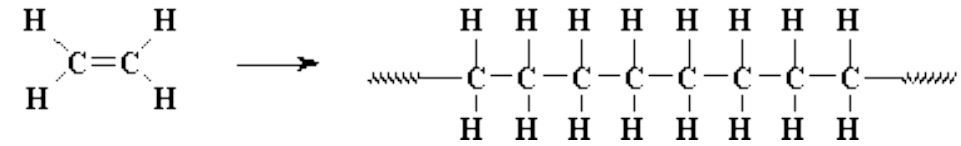
Legame\_Chimico

Molecola\_Etilene

Nella molecola dell'etilene è presente un doppio legame C = C.



Nel processo di polimerizzazione il doppio legame  $\pi$  viene spezzato e si avvia una reazione a catena che porta alla formazione del polietilene.





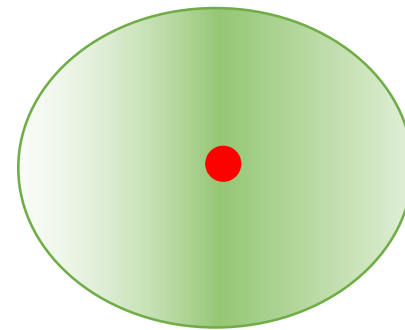
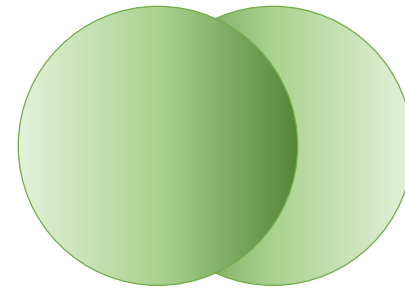
Legame\_Chimico

Polarità\_Legami

La formazione di un legame covalente comporta la condivisione di una coppia di elettroni da parte di due atomi.

Se gli atomi sono uguali, il baricentro delle cariche positive dei due nuclei coincide con il baricentro delle cariche negative e si trova tra i due atomi.

Legame apolare



Il centro delle cariche positive e negative coincide



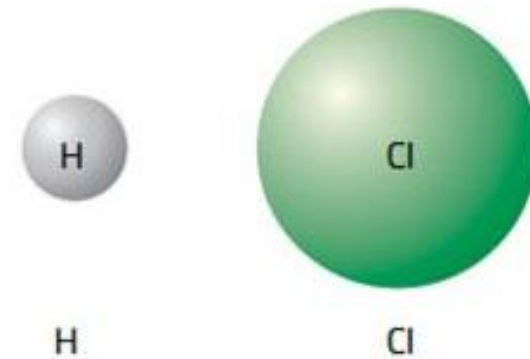
Legame\_Chimico

Polarità\_Legami

La formazione di un legame covalente comporta la condivisione di una coppia di elettroni da parte di due atomi.

Se gli atomi sono diversi, il baricentro delle cariche negative risulterà spostato verso l'atomo che manifesta una maggiore attrazione verso gli elettroni.

Legame polare



Atomi isolati



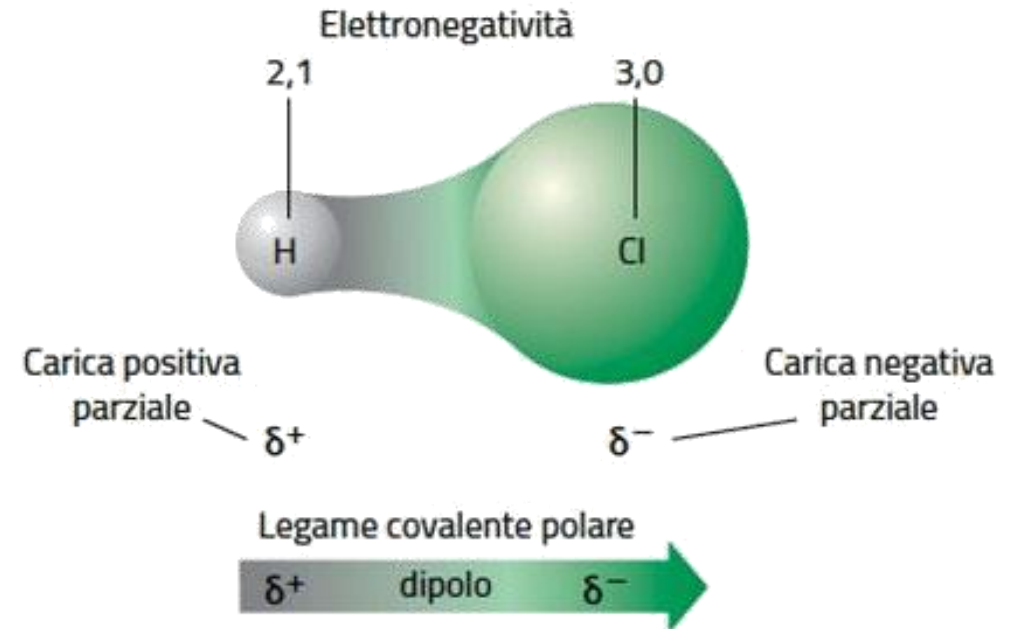
## Legame\_Chimico

## Polarità\_Legami

La formazione di un legame covalente comporta la condivisione di una coppia di elettroni da parte di due atomi.

Se gli atomi sono diversi, il baricentro delle cariche negative risulterà spostato verso l'atomo che manifesta una maggiore attrazione verso gli elettroni.

## Legame polare

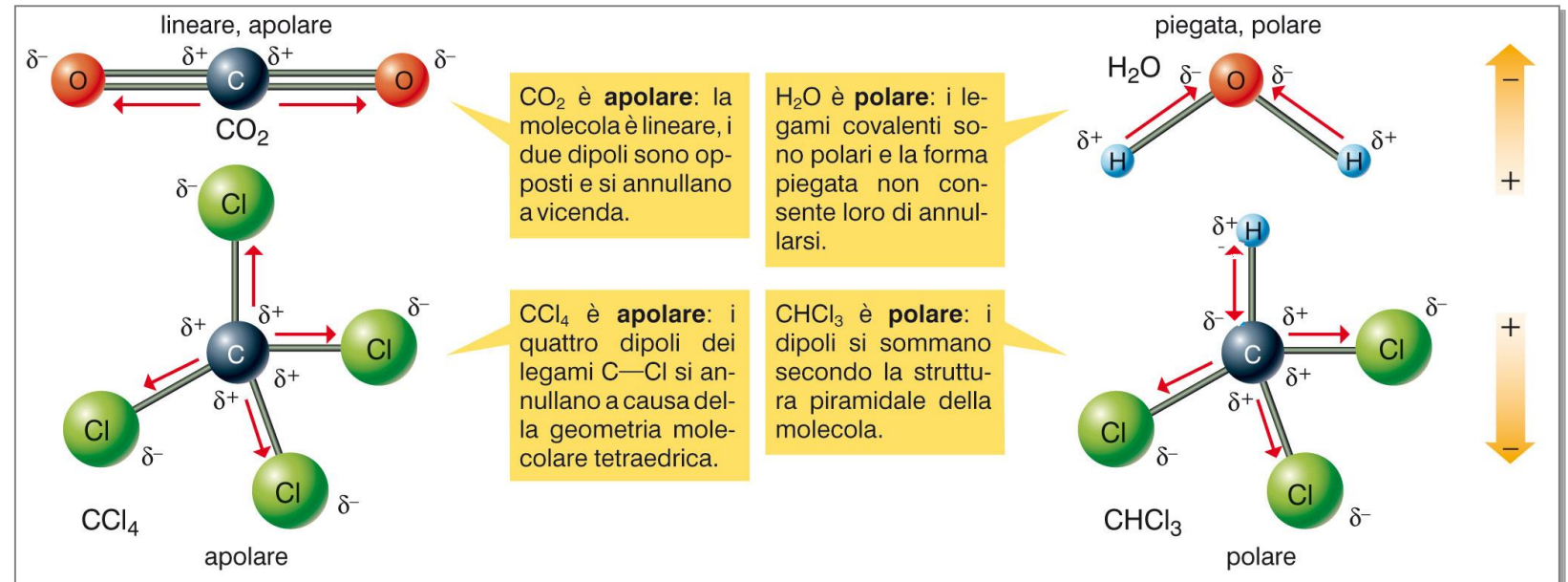




## Legame\_Chimico

## Polarità\_Legami

La formazione di un legame covalente comporta la condivisione di una coppia di elettroni da parte di due atomi.





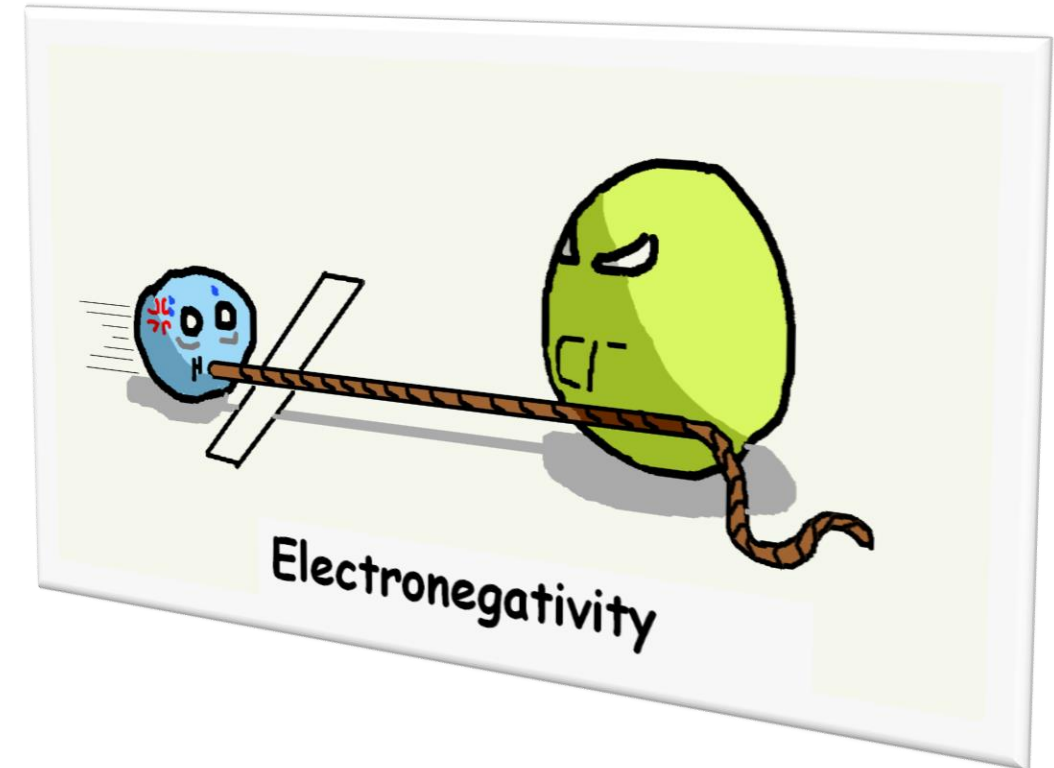
## Legame\_Chimico

## Base\_Elettronegatività

L'elettronegatività è la tendenza di un atomo in una molecola ad attrarre verso di sé gli elettroni di legame.

L'elettronegatività dipende dalla configurazione elettronica dell'elemento considerato e dalle sue dimensioni atomiche.

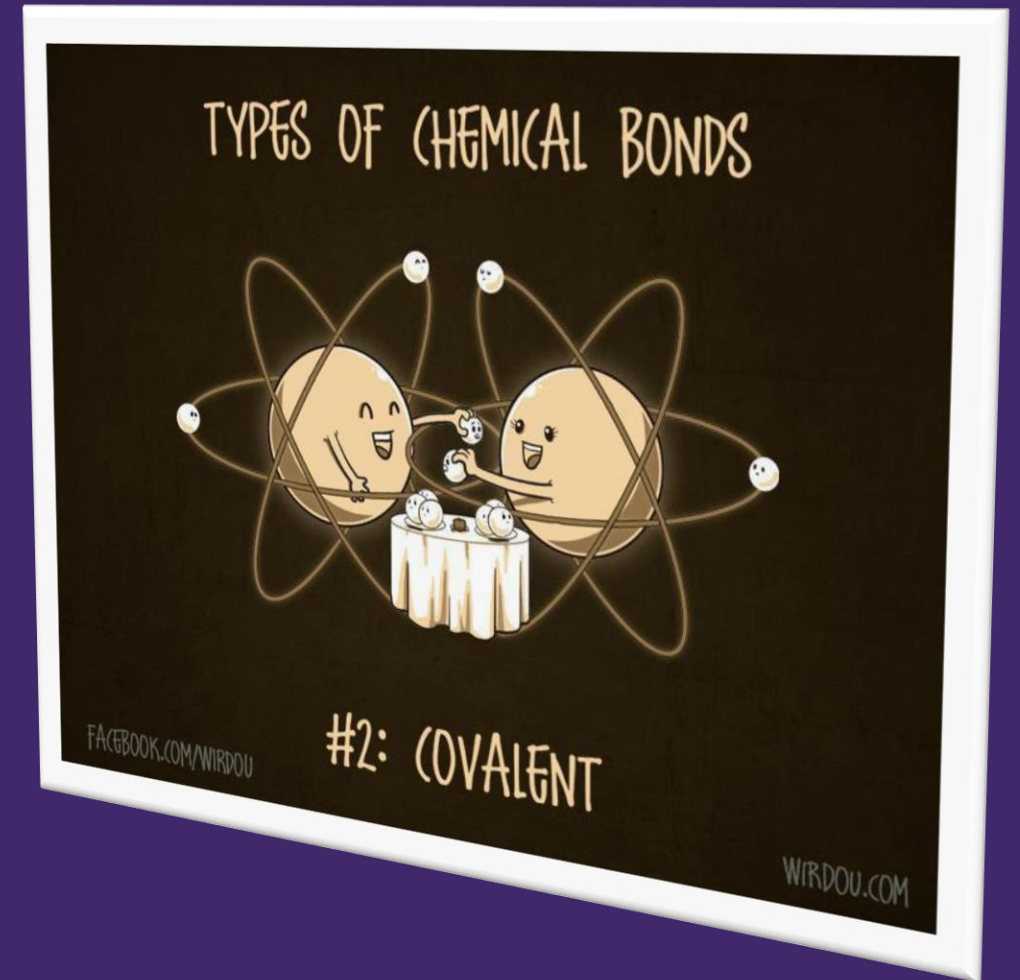
Maggiore è la densità elettronica di un atomo, carica negativa per unità di volume, più alta risulta la sua elettronegatività.





## Studenti\_Buone **abitudini**

1. **SVEGLIARSI PRESTO LA MATTINA:** *se una giornata per uno studente comincia alle 10 o alle 11 del mattino, rendere lo studio produttivo è davvero complesso non avendo a disposizione la parte della giornata in cui l'apprendimento e la concentrazione sono senza dubbio più elevate.*
2. **STUDIARE CON COSTANZA:** *evitate (se non per materie oggettivamente semplici) di aprire il libro 3 settimane prima e studiando dalle 8 di mattina a mezzanotte. Questo comporterà stress per voi ed anche un minore rendimento. Aprite le materie per tempo e dedicate allo studio le ore che quotidianamente potete dedicargli: quando 4, quando 6, quando 2 e così compatibilmente con i vostri impegni. Ricordatevi che nello studio così come in tutti gli impegni della vita la costanza è senza dubbio una delle qualità più importanti. Avrà molto più successo uno studente che avrà studiato poco per tanti giorni che uno che studia tantissimo in pochi giorni*

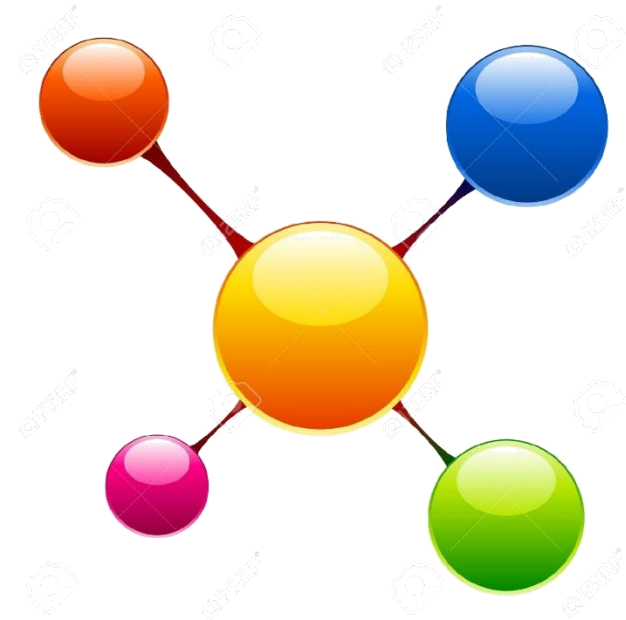


# Corso di Tecnologia dei Materiali

Il legame Covalente Dativo



Legame\_Chimico



Classificazione dei legami:

Primari

Covalente

Dativo

Ionico

Metallico

Secondari

Idrogeno

Forze di Van der Waals



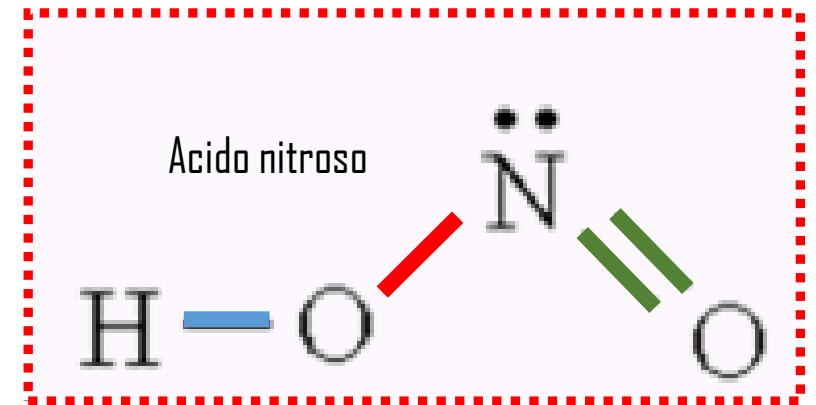
Legame\_Chimico

Legame Covalente\_Dativo

In alcuni casi la coppia di elettroni condivisa tra due atomi viene messa a disposizione da un solo atomo chiamato donatore. L'atomo che invece non mette a disposizione alcun elettrone viene chiamato accettore.

L'atomo accettore deve avere un orbitale vuoto nel quale accogliere la coppia di elettroni provenienti dall'atomo donatore.

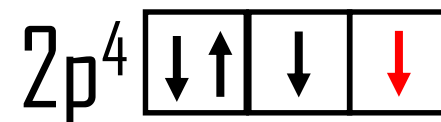
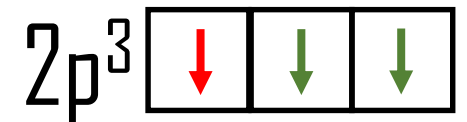
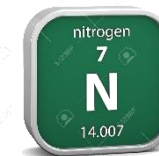
Questo tipo di legame, detto legame covalente dativo, una volta formatosi non è distinguibile da un normale legame covalente.



Nell'acido nitroso non abbiamo legame dativo

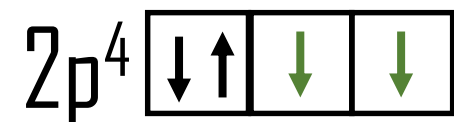
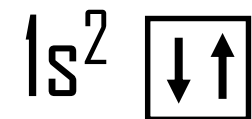
Azoto

Z = 7



Ossigeno

Z = 8

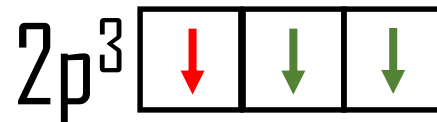
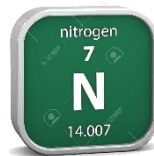




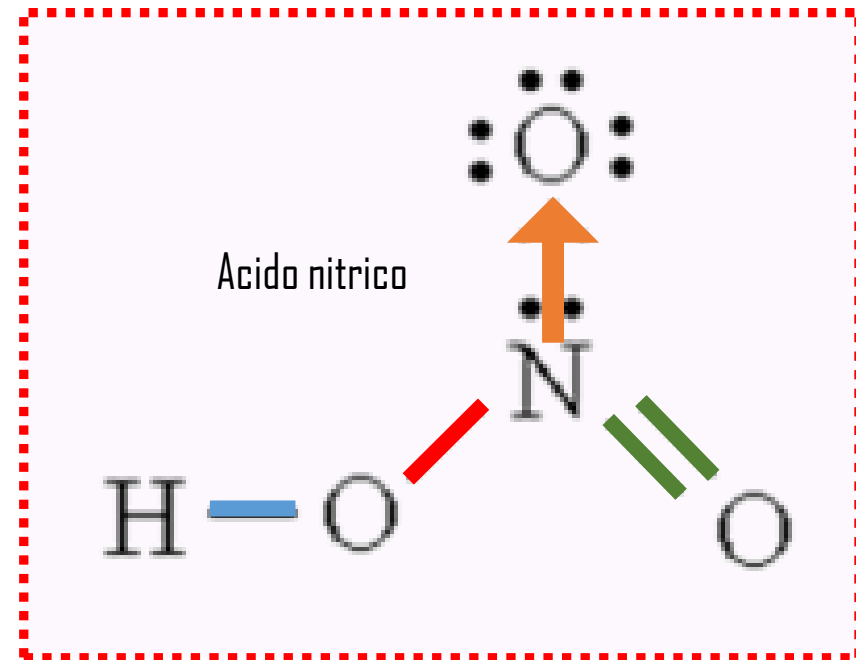
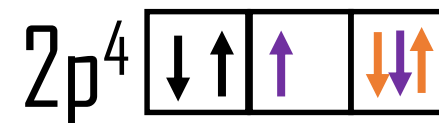
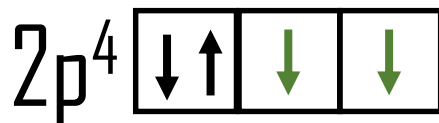
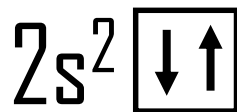
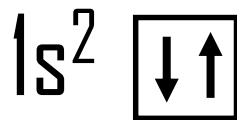
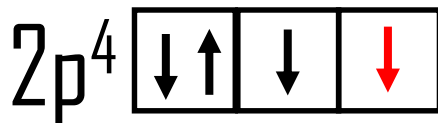
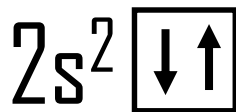
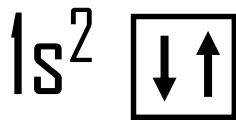
Legame\_Chimico

Legame Covalente\_Dativo

Azoto  $Z = 7$



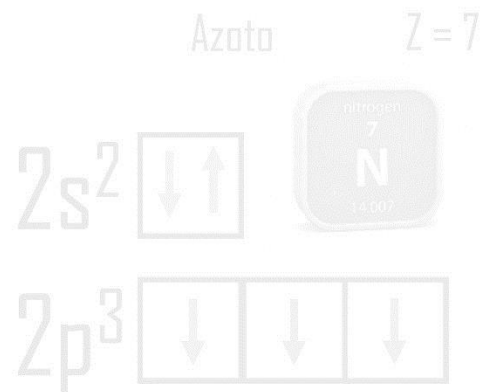
Ossigeno  $Z = 8$





Legame\_Chimico

Legame Covalente\_Dativo



Una volta che i legami si sono formati, però non è più possibile distinguere quali siano singoli e quale sia doppio: gli atomi dell'azoto e dell'ossigeno si dispongono a distanze ed in posizioni intermedie tra quelle del legame semplice e quelle del legame doppio e gli elettroni dell'orbitale  $\pi$  (ma non quelli degli orbitali  $\sigma$ ) si muovono tra N e i tre O. Una situazione di questo genere viene definita di *delocalizzazione* dell'orbitale  $\pi$ .

Non dimenticare





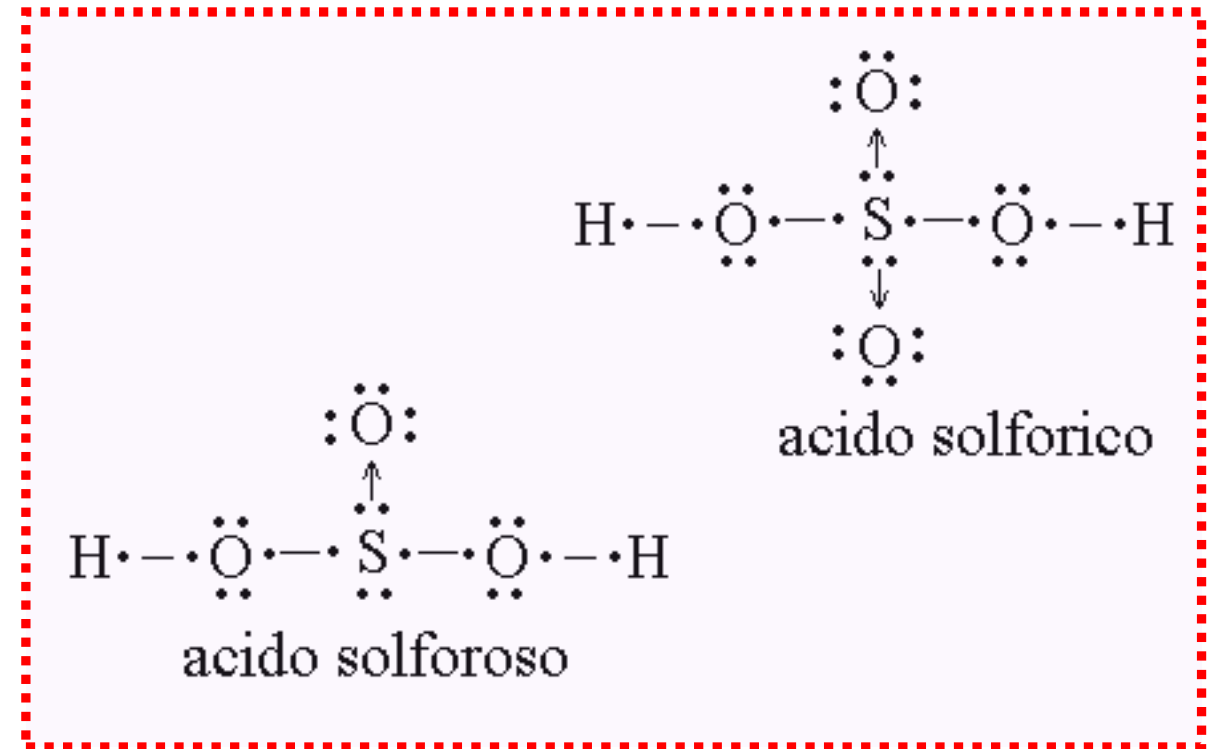
Legame\_Chimico

Legame Covalente\_Dativo

In alcuni casi la coppia di elettroni condivisa tra due atomi viene messa a disposizione da un solo atomo chiamato donatore. L'atomo che invece non mette a disposizione alcun elettrone viene chiamato accettore.

L'atomo accettore deve avere un orbitale vuoto nel quale accogliere la coppia di elettroni provenienti dall'atomo donatore.

Questo tipo di legame, detto legame covalente dativo, una volta formatosi non è distinguibile da un normale legame covalente.





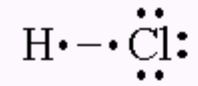
Legame **Chimico**

Legame Covalente **Dativo**

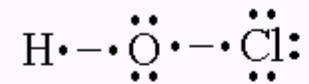
In alcuni casi la coppia di elettroni condivisa tra due atomi viene messa a disposizione da un solo atomo chiamato donatore. L'atomo che invece non mette a disposizione alcun elettrone viene chiamato accettore.

L'atomo accettore deve avere un orbitale vuoto nel quale accogliere la coppia di elettroni provenienti dall'atomo donatore.

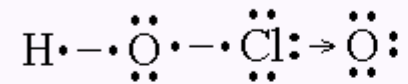
Questo tipo di legame, detto legame covalente dativo, una volta formatosi non è distinguibile da un normale legame covalente.



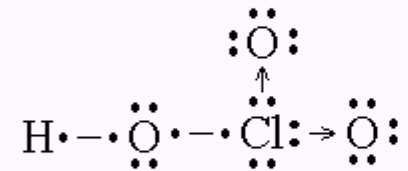
acido cloridrico



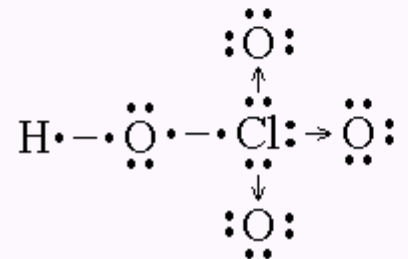
acido ipocloroso



acido cloroso



acido clorico



acido perclorico



Legame\_Chimico

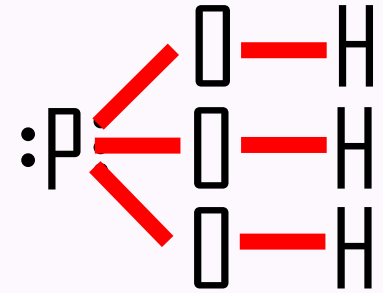
Legame Covalente\_Dativo

In alcuni casi la coppia di elettroni condivisa tra due atomi viene messa a disposizione da un solo atomo chiamato donatore. L'atomo che invece non mette a disposizione alcun elettrone viene chiamato accettore.

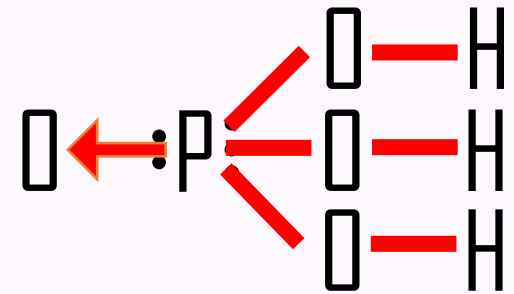
L'atomo accettore deve avere un orbitale vuoto nel quale accogliere la coppia di elettroni provenienti dall'atomo donatore.

Questo tipo di legame, detto legame covalente dativo, una volta formatosi non è distinguibile da un normale legame covalente.

Acido fosforoso  $H_3PO_3$



Acido fosforico  $H_3PO_4$





Legame\_Chimico

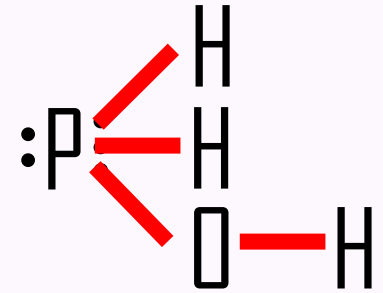
Legame Covalente\_Dativo

In alcuni casi la coppia di elettroni condivisa tra due atomi viene messa a disposizione da un solo atomo chiamato donatore. L'atomo che invece non mette a disposizione alcun elettrone viene chiamato accettore.

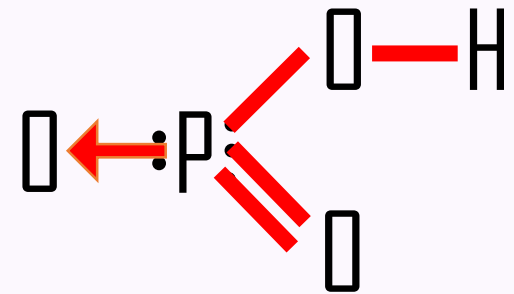
L'atomo accettore deve avere un orbitale vuoto nel quale accogliere la coppia di elettroni provenienti dall'atomo donatore.

Questo tipo di legame, detto legame covalente dativo, una volta formatosi non è distinguibile da un normale legame covalente.

Acido ipofosforoso  $\text{H}_3\text{PO}_2$



Acido fosforico (meta)  $\text{HPO}_4$



# Corso di Tecnologia dei Materiali

Il legame ionico

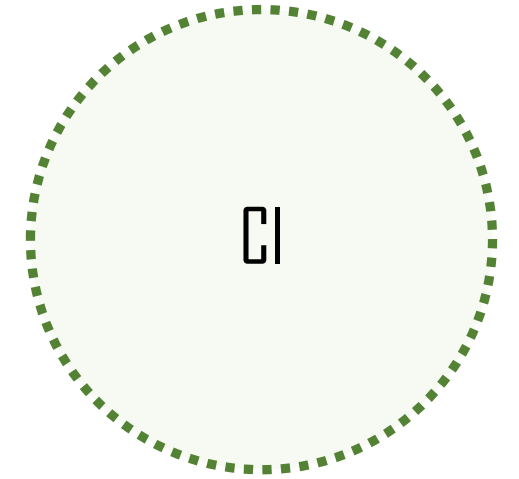
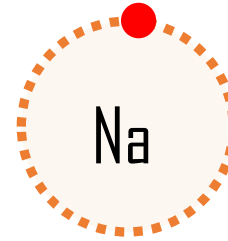


Legame\_Chimico

Legame\_Ionico

Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.



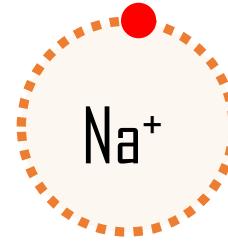


Legame\_Chimico

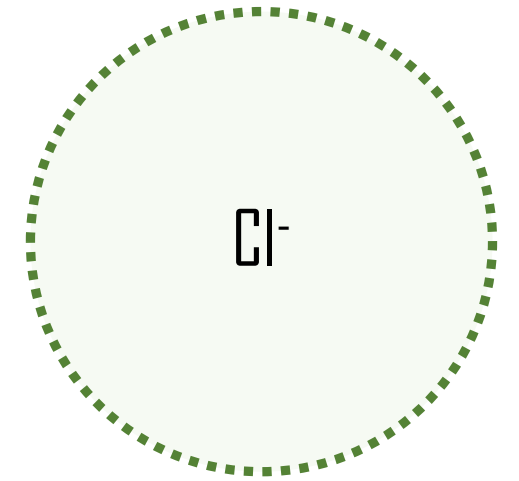
Legame\_Ionico

Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.



Na<sup>+</sup>



Cl<sup>-</sup>

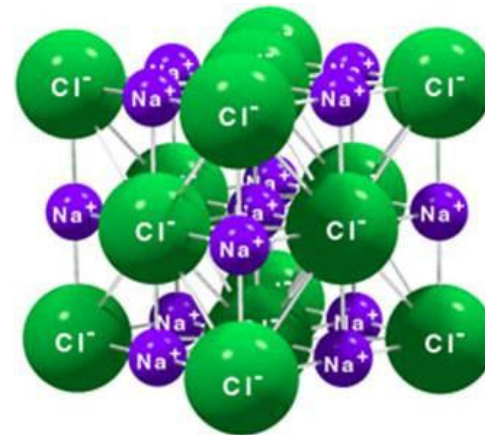
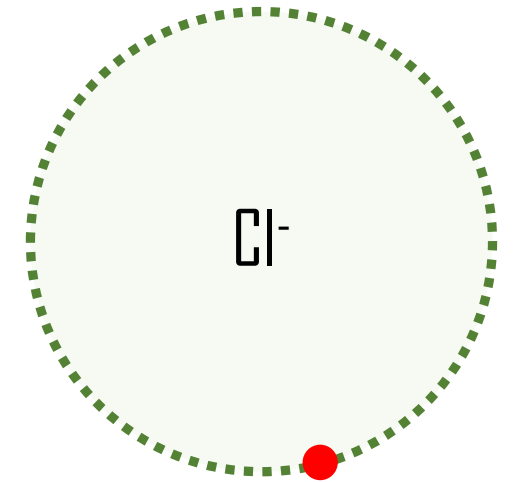
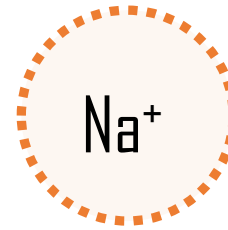


Legame\_Chimico

Legame\_Ionico

Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.



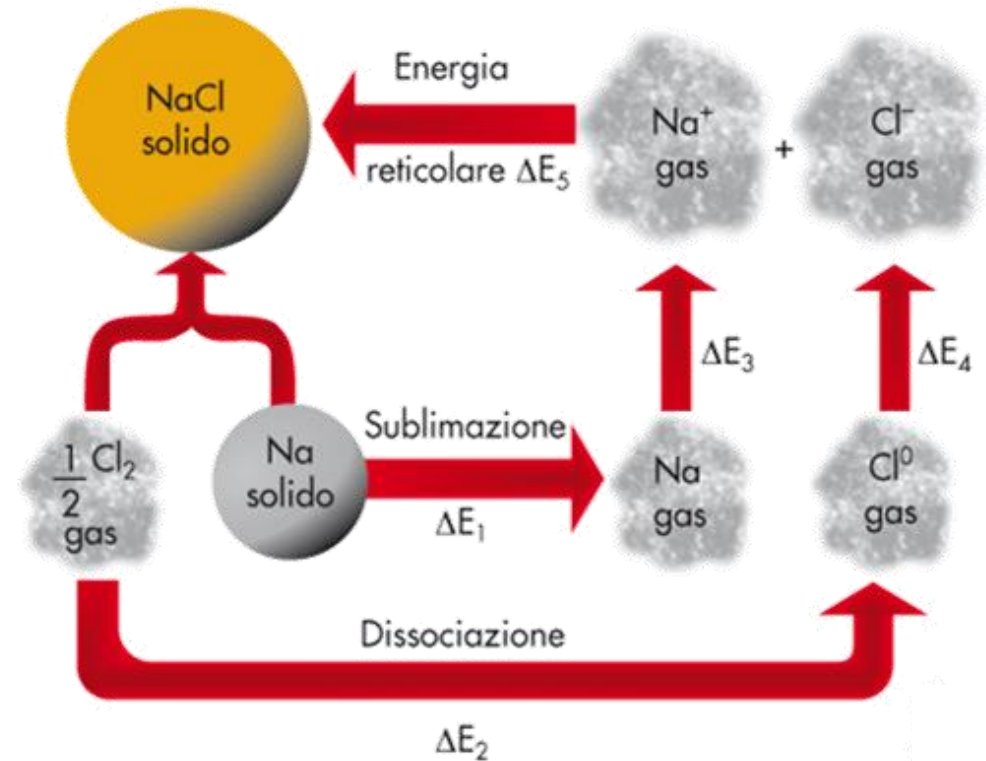


Legame\_Chimico

Legame\_Ionico

Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.



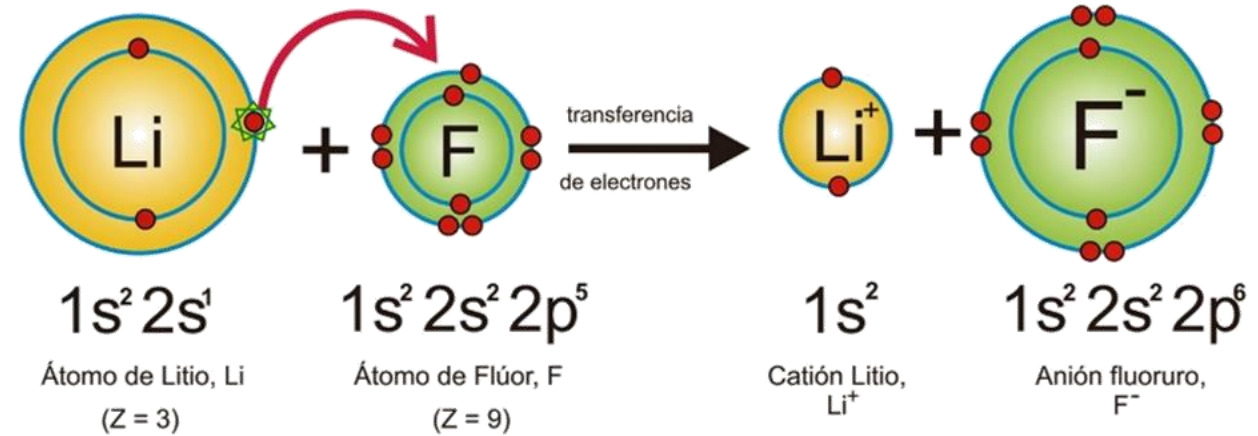


Legame\_Chimico

Legame\_Ionico

Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.





Legame\_Chimico

Legame\_Ionico

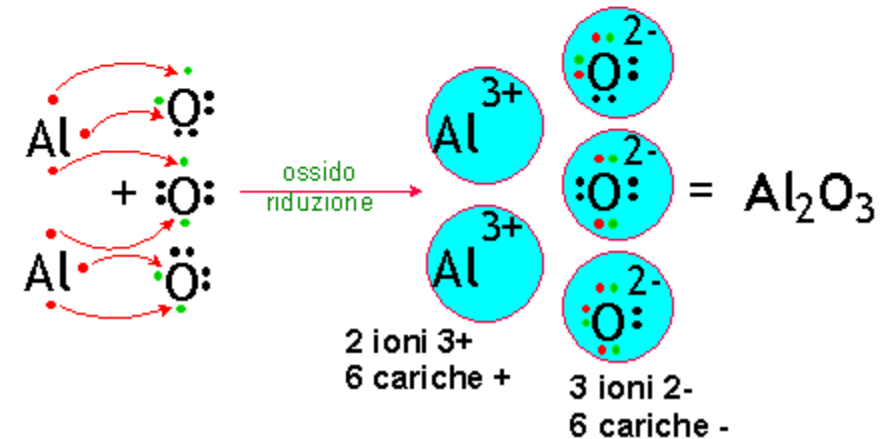
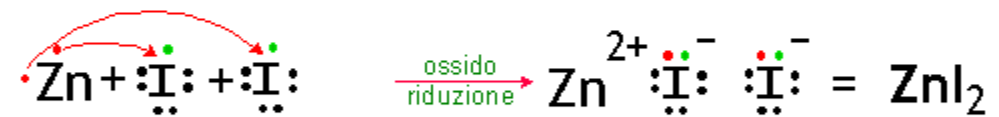
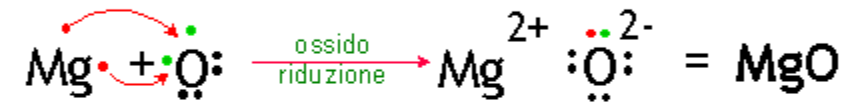
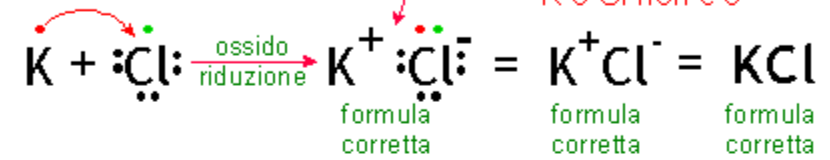
Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.



errato perché metallo+nonmetallo devono dare un composto **ionico**

errato perché il trattino si può usare solo per il legame **covalente** che tra K e Cl non c'è



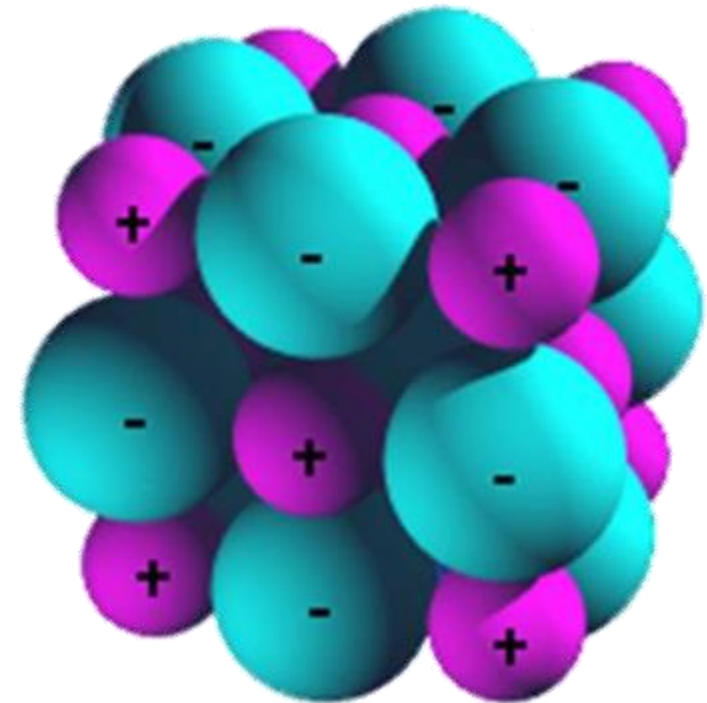
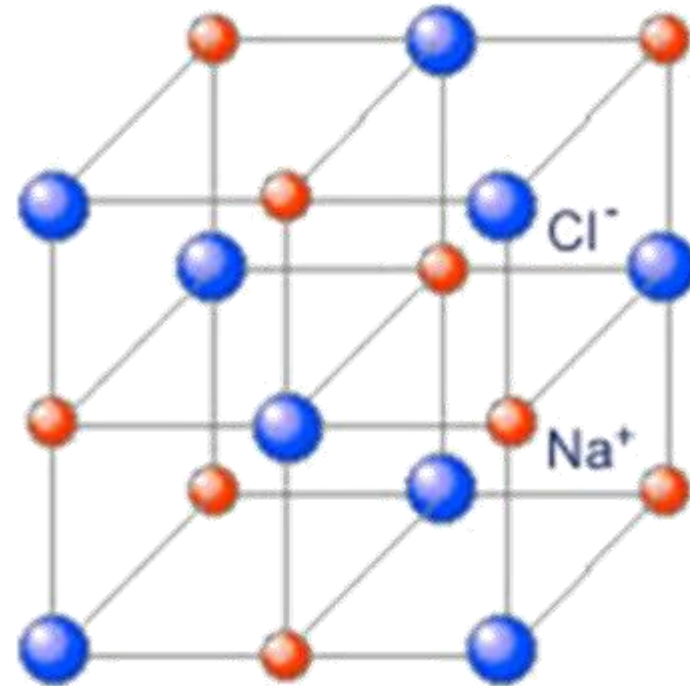


Legame\_Chimico

Solido\_Ionico

Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.



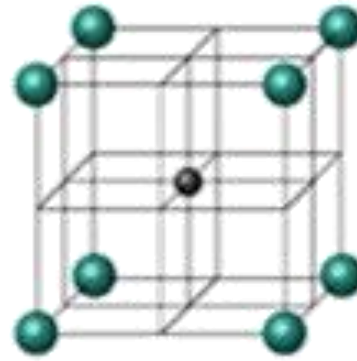


Legame\_Chimico

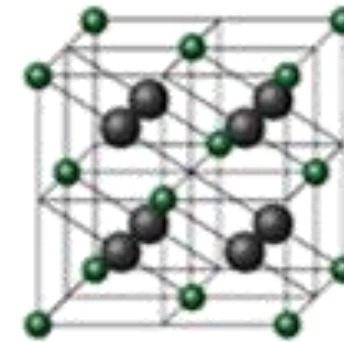
Solido\_Ionico

Il legame ionico è un tipo di legame che si realizza per trasferimento di uno o più elettroni da un atomo ad un altro con formazione di ioni di segno opposto.

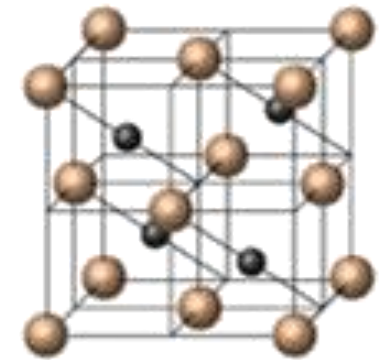
Tra questi ioni si stabiliscono delle forti interazioni di natura elettrostatica che portano alla formazione di aggregati solidi di struttura ordinata.



CsCl



CaF<sub>2</sub>



ZnS

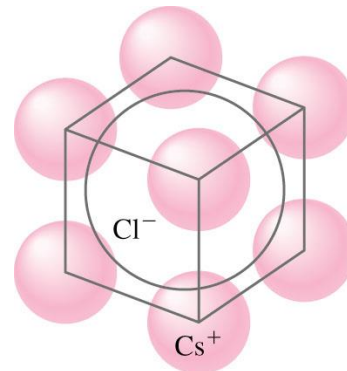




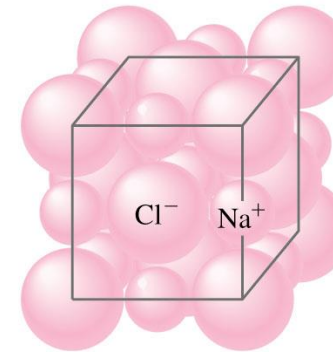
Legame\_Chimico

Solido\_Ionico

- I legami ionici sono *non direzionali*
- Le disposizioni geometriche sono presenti nei solidi per mantenere la neutralità di carica.
  - Esempio: in NaCl, sei ioni  $\text{Cl}^-$  si impacchettano attorno allo ione centrale  $\text{Na}^+$



(a)



(b)

Impacchettamento ionico  
in NaCl e CsCl

- Quando il rapporto tra raggio catione e raggio anione diminuisce, meno anioni circondano il catione centrale.



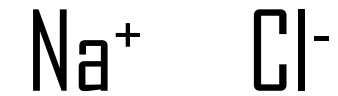
Legame\_Chimico

Solido\_Ionico

In un solido ionico, non è possibile individuare delle molecole discrete poiché un cristallo del composto è costituito da un numero elevatissimo di ioni.

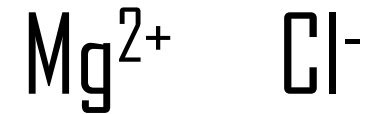
Per i composti ionici la formula non indica il numero di atomi presenti nella singola molecola, ma semplicemente il rapporto quantitativo tra gli ioni di segno opposto presenti nel cristallo.

Nel cloruro di sodio, la formula NaCl indica che esistono soltanto ioni



Nel rapporto 1 : 1

Nel cloruro di magnesio, la formula  $\text{MgCl}_2$  indica che esistono soltanto ioni



Nel rapporto 1 : 2

Il numero di elettroni che un atomo cede o acquista nella formazione di un composto prende il nome di **valenza ionica** o **elettrovalenza** dell'elemento.

La carica che può assumere lo ione dell'elemento dipende dalla sua posizione nel sistema periodico: **per gli elementi rappresentativi la carica del catione coincide con il numero degli elettroni di valenza, mentre la carica dell'anione corrisponde al numero degli elettroni necessari per completare l'ottetto.**

*Non dimenticare*





Legame\_Chimico

Solido\_Ionico

- Le energie di reticolo e i punti di fusione dei solidi legati ionicamente sono alti.
- L'energia di reticolo diminuisce all'aumentare della dimensione dello ione (distanza elettroni nuclei)
- Elettroni di legame multiplo aumentano l'energia di reticolo.

➤ Esempio:

NaCl    Energia di reticolo = 766 KJ/mol  
          Punto di fusione = 801°C

CsCl    Energia di reticolo = 649 KJ/mol  
          Punto di fusione = 646°C

BaO    Energia di reticolo = 3127 KJ/mol  
          Punto di fusione = 1923°C



Legame\_Chimico

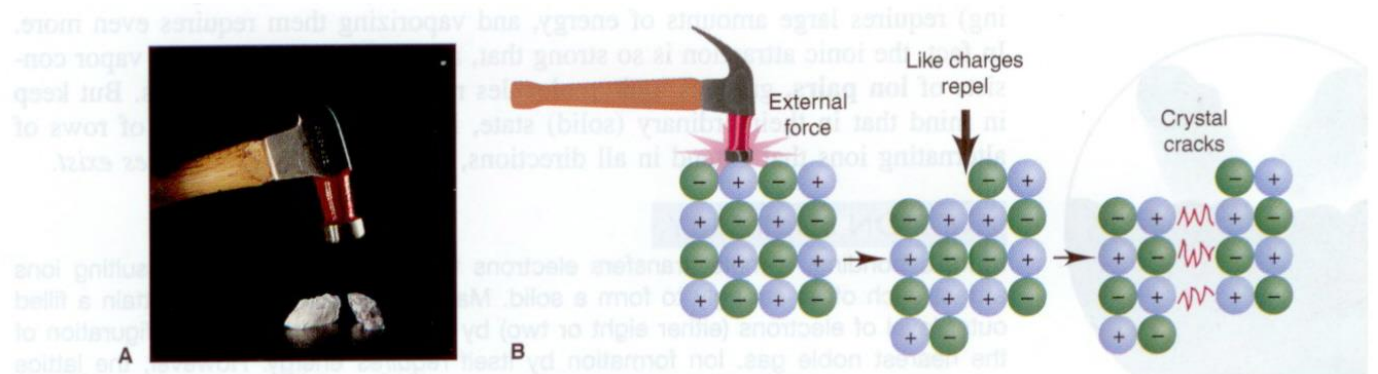
Solido\_Ionico

Solido ionico	Energia di reticolo*		Punto di fusione (°C)
	kJ/mol	kcal/mol	
LiCl	829	198	613
NaCl	766	183	801
KCl	686	164	776
RbCl	670	160	715
CsCl	649	155	646
MgO	3932	940	2800
CaO	3583	846	2580
SrO	3311	791	2430
BaO	3127	747	1923

\*Tutti i valori sono negativi per la formazione del legame (l'energia è rilasciata).

I solidi ionici sono duri, rigidi, resistenti e fragili

Eccellenti isolanti



# Corso di Tecnologia dei Materiali

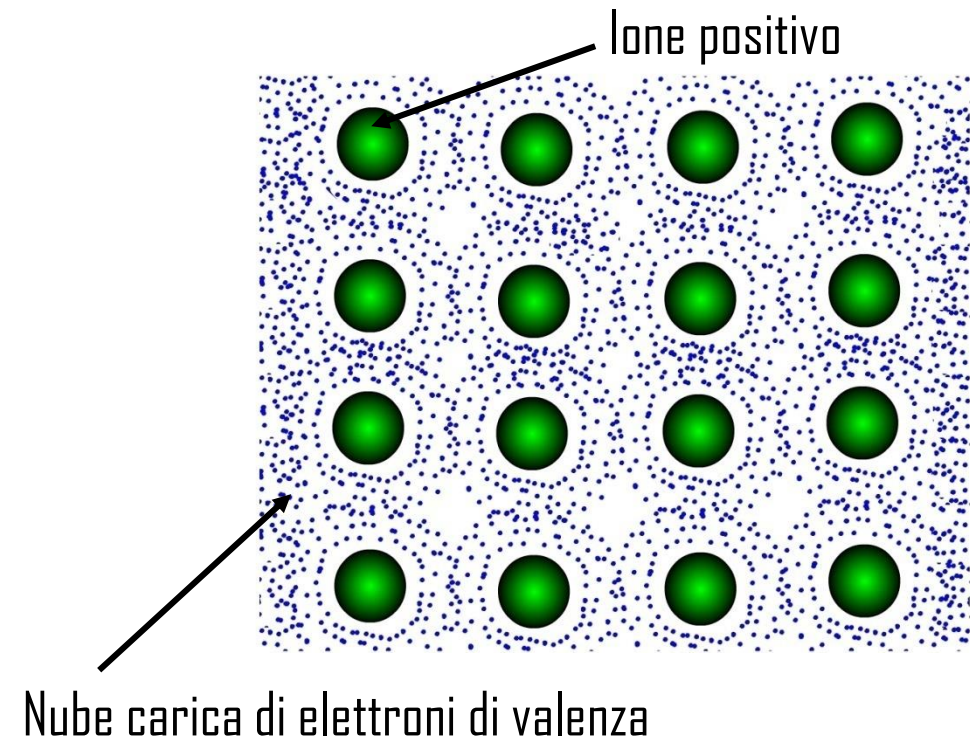
## Il legame Metallico



Legame\_Chimico

Legame\_Metallico

- Gli atomi nei metalli sono strettamente impacchettati in una struttura cristallina
- Gli elettroni di valenza legati debolmente sono attratti verso il nucleo di altri atomi
- Gli elettroni si disperdono tra gli atomi formando una nube elettronica
- Questi elettroni liberi sono la ragione della conducibilità elettrica e della duttilità
- Poichè gli elettroni più esterni sono condivisi con altri atomi, i legami metallici sono *non-direzionali*





Legame\_Chimico

Legame\_Metallico

- L'energia complessiva dei singoli atomi è minore per i legami metallici.
- L'energia minima tra gli atomi si ha alla distanza di equilibrio  $a_0$ .
- Minore è il numero di elettroni di valenza coinvolto, più il legame è metallico.
  - Esempio: Na  $\longrightarrow$  Energia di legame = 108 KJ/mol  
Temperatura di fusione = 97.7°C
- Maggiore è il numero di elettroni di valenza coinvolto, maggiore è l'energia di legame.
  - Esempio: Ca  $\longrightarrow$  Energia di legame = 177 KJ/mol  
Temperatura di fusione = 851°C



Legame\_Chimico

Legame\_Metallico

- Le energie di legame e il punto di fusione dei metalli variano molto a seconda del numero di elettroni di valenza e la percentuale di legame metallico

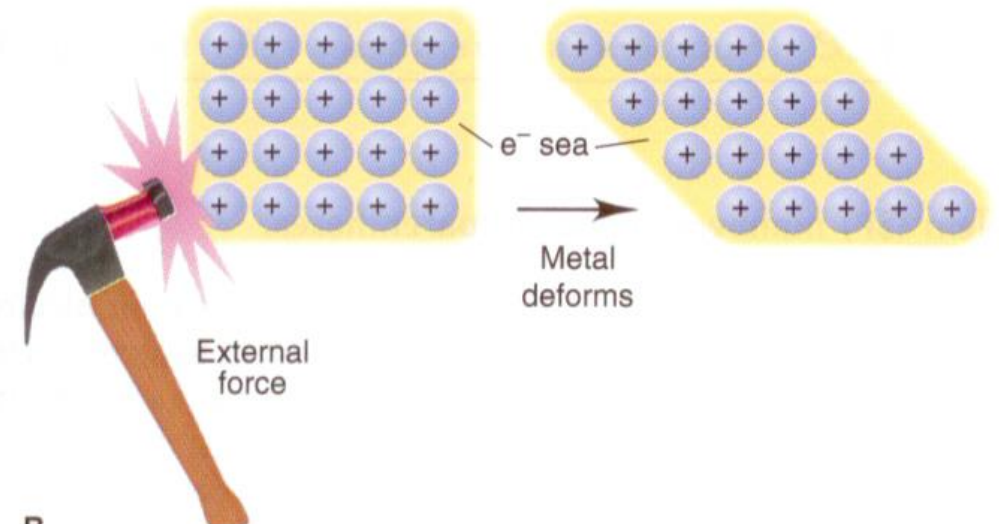
Elemento	Configurazione elettronica	Energia di legame		Temperatura di fusione (°C)
		kJ/mol	kcal/mol	
K	$4s^1$	89.6	21.4	63.5
Ca	$4s^2$	177	42.2	851
Sc	$3d^1 4s^2$	342	82	1397
Ti	$3d^2 4s^2$	473	113	1812
V	$3d^3 4s^2$	515	123	1730
Cr	$3d^5 4s^1$	398	95	1903
Mn	$3d^5 4s^2$	279	66.7	1244
Fe	$3d^6 4s^2$	418	99.8	1539
Co	$3d^7 4s^2$	383	91.4	1490
Ni	$3d^8 4s^2$	423	101	1455
Cu	$3d^{10} 4s^1$	339	81.1	1083
Zn	$4s^2$	131	31.2	419
Ga	$4s^2 4p^1$	272	65	29.8
Ge	$4s^2 4p^2$	377	90	960



Legame\_Chimico

Legame\_Metallico

- I metalli puri sono significativamente più malleabili dei materiali ionici o covalenti.
- La resistenza meccanica di un metallo puro può essere significativamente aumentata mediante formazione di lega.
- I metalli puri sono eccellenti conduttori di calore e di elettricità.

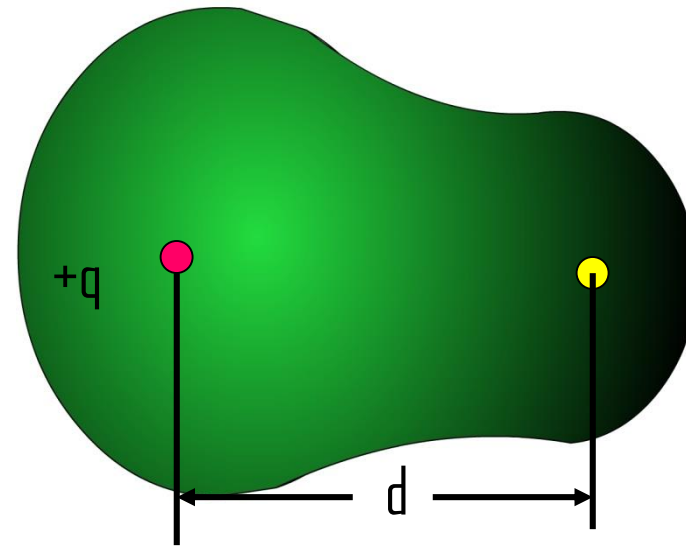




Legame\_Chimico

Legami\_Secondari

I legami secondari sono dovuti all'attrazione di *dipoli elettrici* in atomi o molecole. I dipoli si formano quando esistono centri di carica negativa e positiva.



Momento di dipolo =  $\mu = q \cdot d$

$q$  = Carica elettrica

$d$  = Distanza di separazione

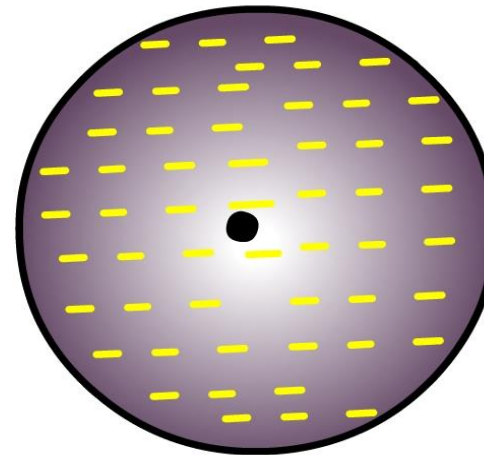
Ci sono due tipi di legami permanente e fluttuante.



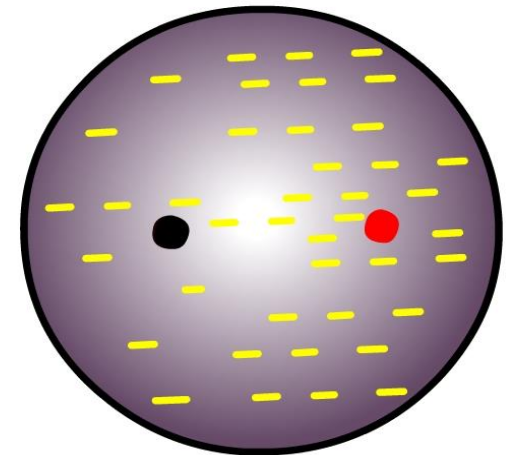
Legame\_Chimico

Legame\_Dipoli Fluttuanti

- Deboli legami secondari in gas nobili.
- I dipoli sono formati dalla *distribuzione asimmetrica* degli elettroni di carica.
- La nube elettronica cambia carica nel tempo.



Distribuzione  
simmetrica  
di carica elettronica



Distribuzione  
asimmetrica  
(cambia nel tempo)

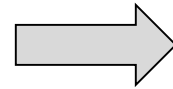


Legame\_Chimico

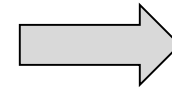
Legame\_Dipoli Permanenti

- I dipoli che non fluttuano con il tempo sono detti dipoli permanenti.

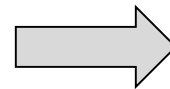
➤ Esempi:



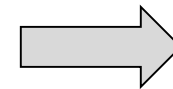
Disposizione  
simmetrica  
di 4 legami C-H



Nessun momento  
di dipolo



Disposizione  
tetraedrica  
asimmetrica



Creazione  
di dipoli

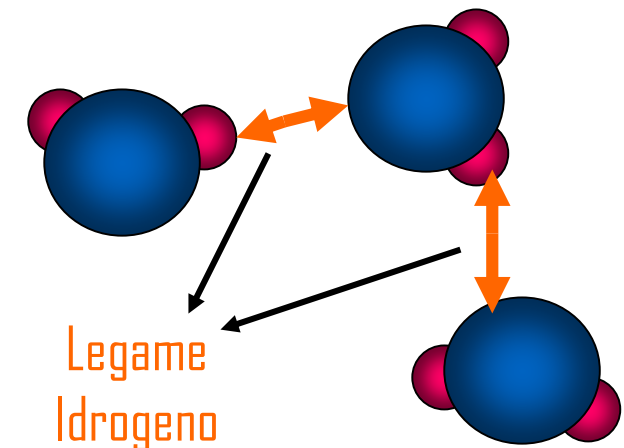
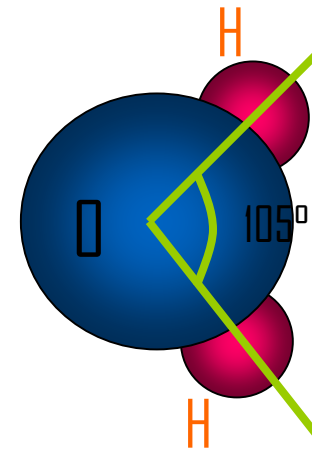


Legame\_Chimico

Legame\_Idrogeno

- I legami idrogeno sono *interazioni dipolo-dipolo* tra legami polari che contengono un atomo di idrogeno.
  - Esempio:
    - ❖ In acqua, il dipolo è dovuto alla disposizione asimmetrica degli atomi di idrogeno.
    - ❖ Attrazione tra poli positivi dell'ossigeno e poli negativi dell'idrogeno.

Temperatura di ebollizione alta grazie a questo tipo di legame



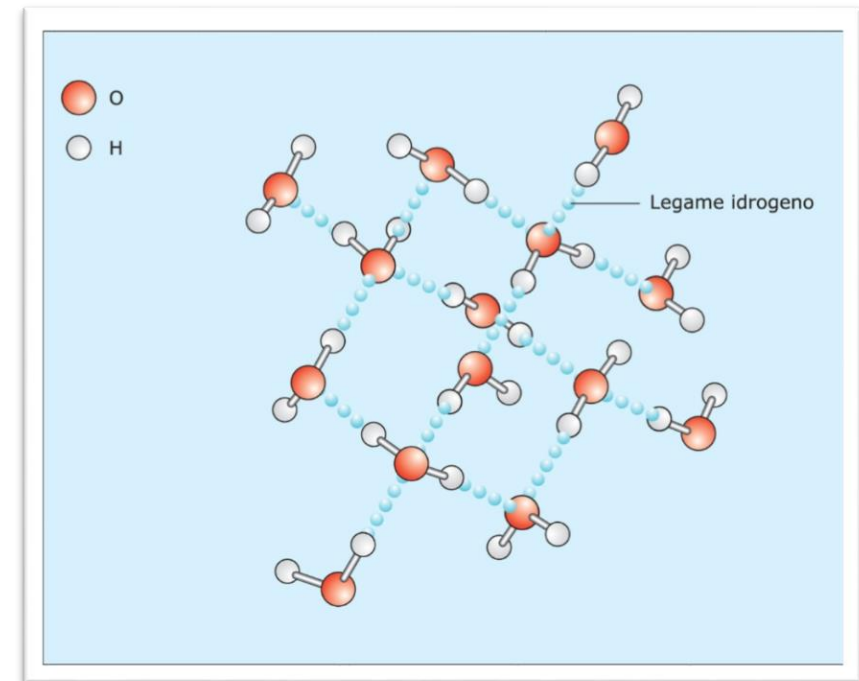


Legame\_Chimico

Legame\_Idrogeno

Si stabilisce fra molecole polari nelle quali l'idrogeno è legato ad atomi fortemente elettronegativi (es. ossigeno, fluoro, etc.)

Le piccole dimensioni dell'atomo di idrogeno, su cui è concentrata la carica positiva del dipolo, fanno sì che si crei un forte campo elettrico che è all'origine delle interazioni fra le diverse molecole (ad esempio molecole di acqua).





Legame\_Chimico

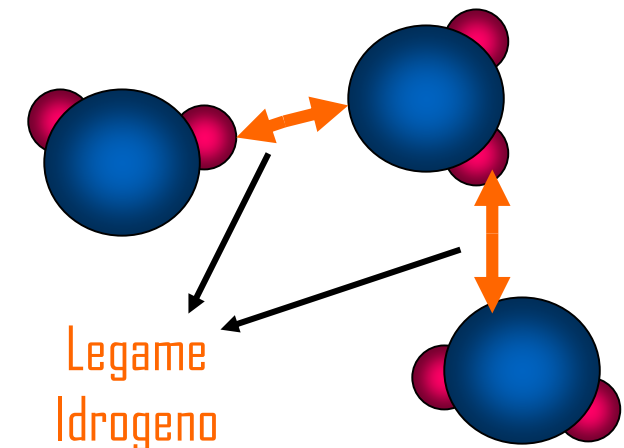
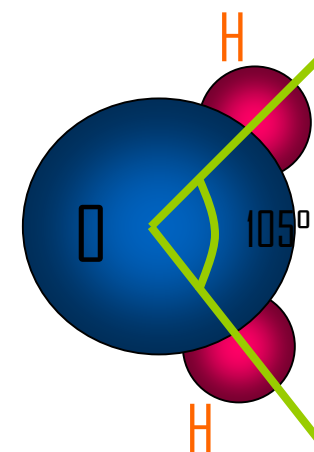
Legame\_Idrogeno

Gli atomi di idrogeno di una molecola di acqua, interagiranno, attraverso forze di natura elettrostatica, con gli atomi di ossigeno di molecole adiacenti. Nell'acqua liquida queste interazioni coinvolgono migliaia di molecole che rappresentano delle «isole» affiancate le une alle altre, con un grado di ordine non particolarmente elevato, tipico delle sostanze liquide.

Queste interazioni, seppur non paragonabili a quelle di legami primari (come il legame ionico), condizionano alcune importanti proprietà dell'acqua come il punto di fusione ed il punto di ebollizione.

Nel passaggio dall'acqua liquida al ghiaccio, il grado di ordine aumenta e ciascuna molecola sarà circondata da altre quattro molecole distribuite in maniera perfettamente simmetrica intorno alla prima e così via.

La struttura risultante sarà quella tetraedrica





## Studenti\_Buone **abitudini**

### *Approfondire*

*Prima di una lezione, consulta il materiale del corso e cerca di anticipare i punti principali che il professore tratterà durante la lezione, così potrai comprendere meglio.*

### *Pause dallo studio*

*Le pause dallo studio sono essenziali per dare il giusto riposo al tuo cervello durante lo studio. Camminare per qualche minuto se sei rimasto seduto per ore, non può che fare bene al tuo cervello.*



# I Materiali

***Strutture Cristalline***

## Reticoli spaziali e celle unitarie

- Gli atomi, disposti in configurazioni ripetitive 3D, con ordine a lungo raggio (LRO), danno luogo alla *struttura cristallina*
- Le proprietà dei solidi dipendono dalla struttura cristallina e dalla forza di legame
- Una rete immaginaria di linee, con atomi all'intersezione delle linee, che rappresentano la disposizione degli atomi, è detto *reticolo spaziale*

Reticoli di Bravais

Raggruppamenti cristallini

Solo sette diversi tipi di celle unitarie sono necessarie per formare tutti i reticoli

In accordo con Bravais (1811-1863),

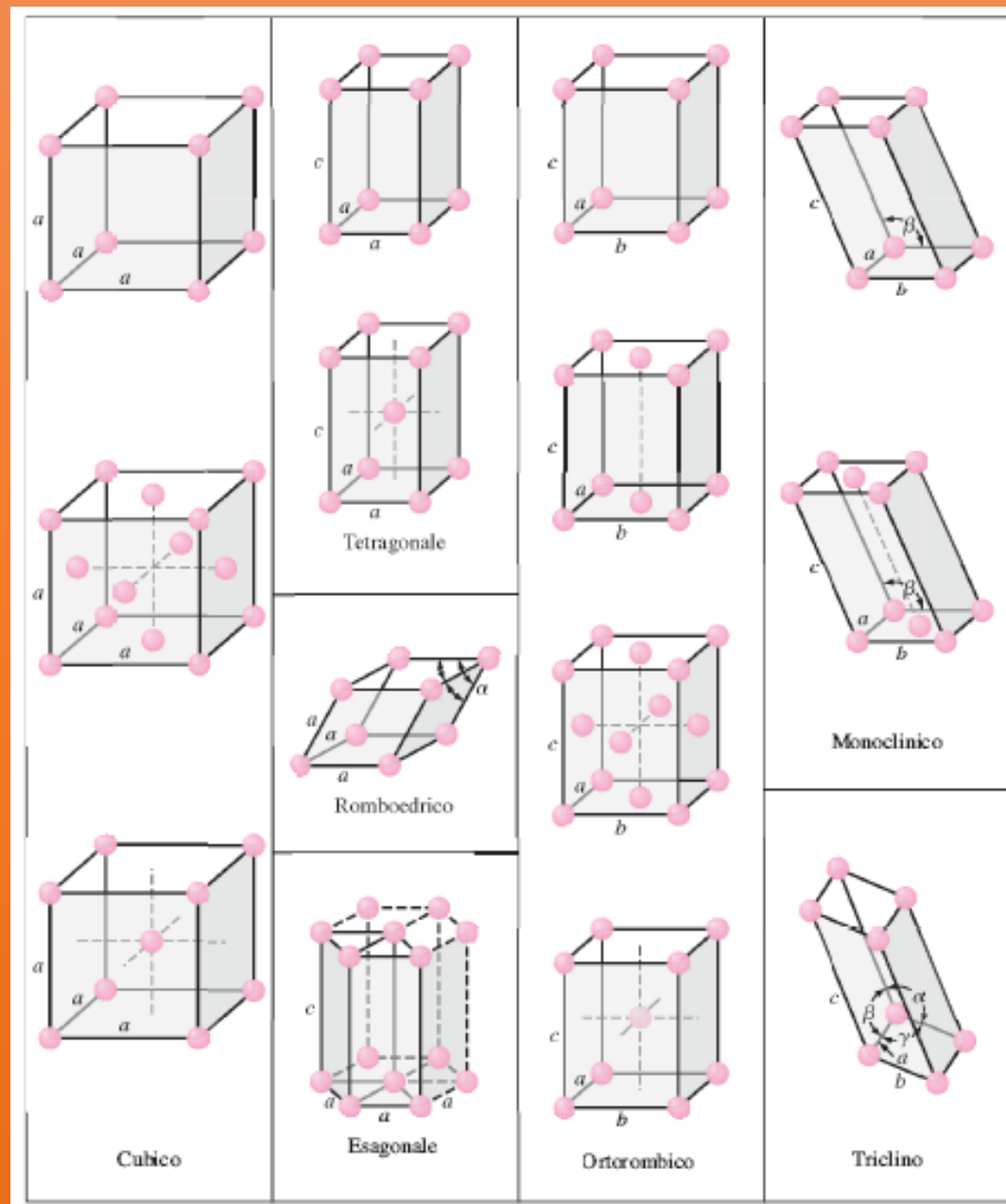
14 celle unitarie possono descrivere tutte le possibili reti di reticolo cristallino

I quattro tipi fondamentali di celle unitarie sono:

**semplice ; a corpo centrato; a facce centrate; a basi centrate.**

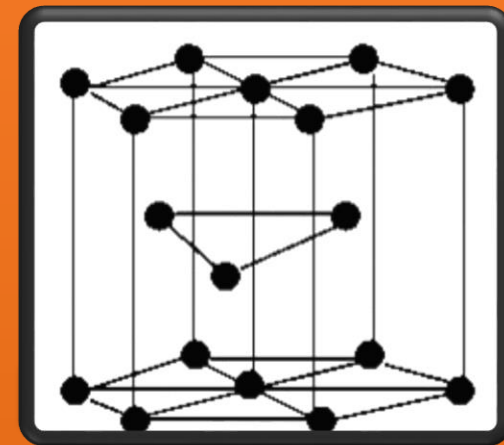
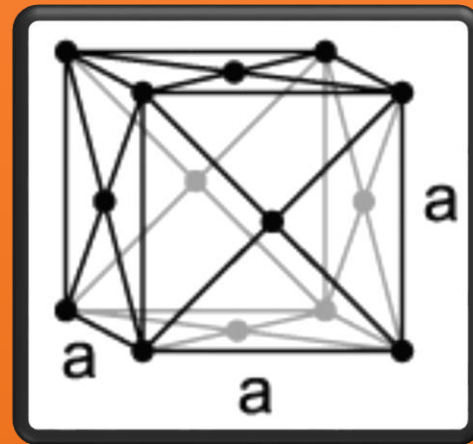
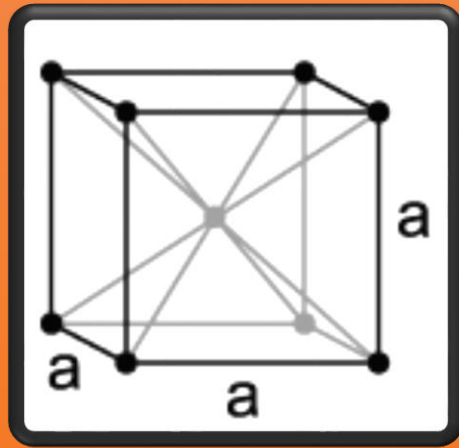
# Reticoli di Bravais

- Raggruppamenti cristallini
  - Cella unitaria cubica
    - $a = b = c$
    - $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
  - Tetragonale
    - $a = b \neq c$
    - $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
  - Ortorombica
    - $a \neq b \neq c$
    - $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
  - Romboedrica
    - $a = b = c$
    - $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
  - Esagonale
    - $a \neq b \neq c$
    - $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
  - Monoclina
    - $a \neq b \neq c$
    - $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
  - Triclina
    - $a \neq b \neq c$



# Reticoli di Bravais

## *Celle principali*



90% dei metalli hanno struttura cristallina Cubica a Corpo Centrato, Cubica a Facce Centrate o Esagonale Compatta.  
La struttura EC è la versione più densa della semplice struttura cristallina esagonale.

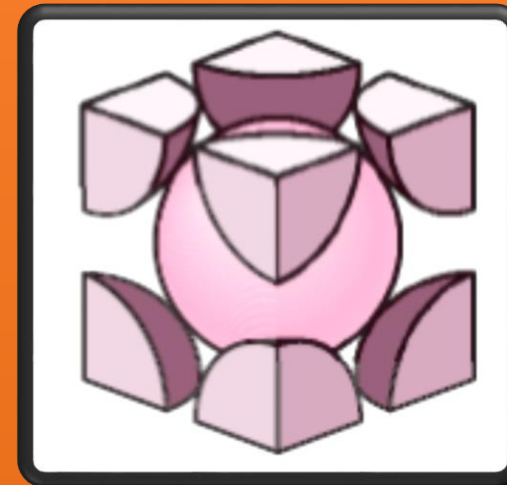
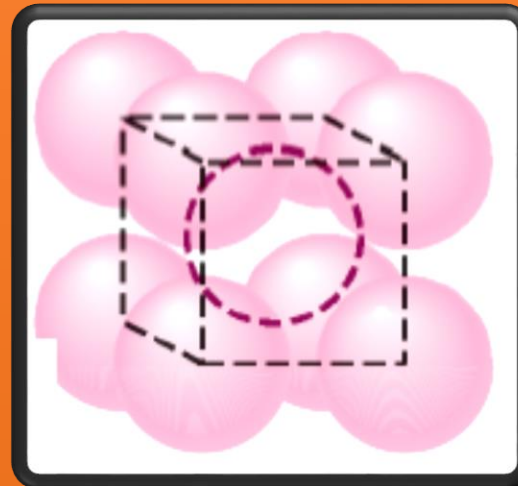
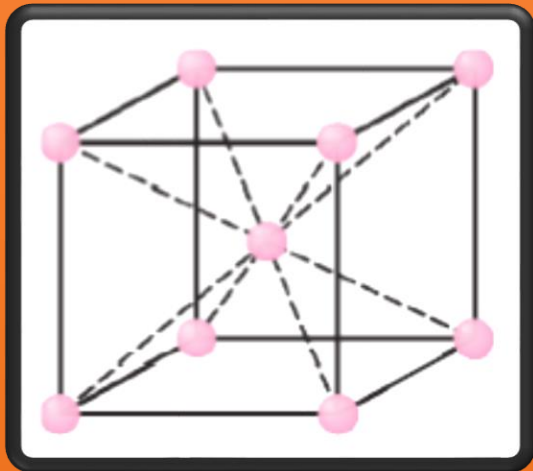
Tanto più gli atomi si avvicinano legandosi saldamente insieme, tanto più viene rilasciata energia, dando luogo ad una situazione di livello energetico più basso e quindi più stabile.

# Reticoli di Bravais

## Cella Cubica a Corpo Centrato

Rappresentata da un atomo ad ogni spigolo di un cubo ed uno al centro del cubo...

...Ogni atomo ha 8 atomi vicini  
Quindi, il *numero di coordinazione* è 8



Esempi : Cromo ( $a = 0.289$  nm); Ferro ( $a = 0.287$  nm); Sodio ( $a = 0.429$  nm)