

# La struttura atomica

Prima sezione

**LO1\_a: modello atomico, isotopi e nuvola elettronica**

## Contenuti

### ◆ LO1\_a:

- Video Introduttivo
- Le particelle subatomiche:
  - esperimenti di Thomson
  - Esperimento di Rutherford
- Isotopi, numero atomico numero di massa
- Quantizzazione dell'energia
- Il modello atomico di Bhor
- Elettrone: dualità onda particella
- Numeri quantici
- Orbitali atomici s, p, d e f
- Configurazione elettronica

# Per introdurre l'argomento

## ATOMO



**TEDEd**  
Lessons Worth  
Sharing

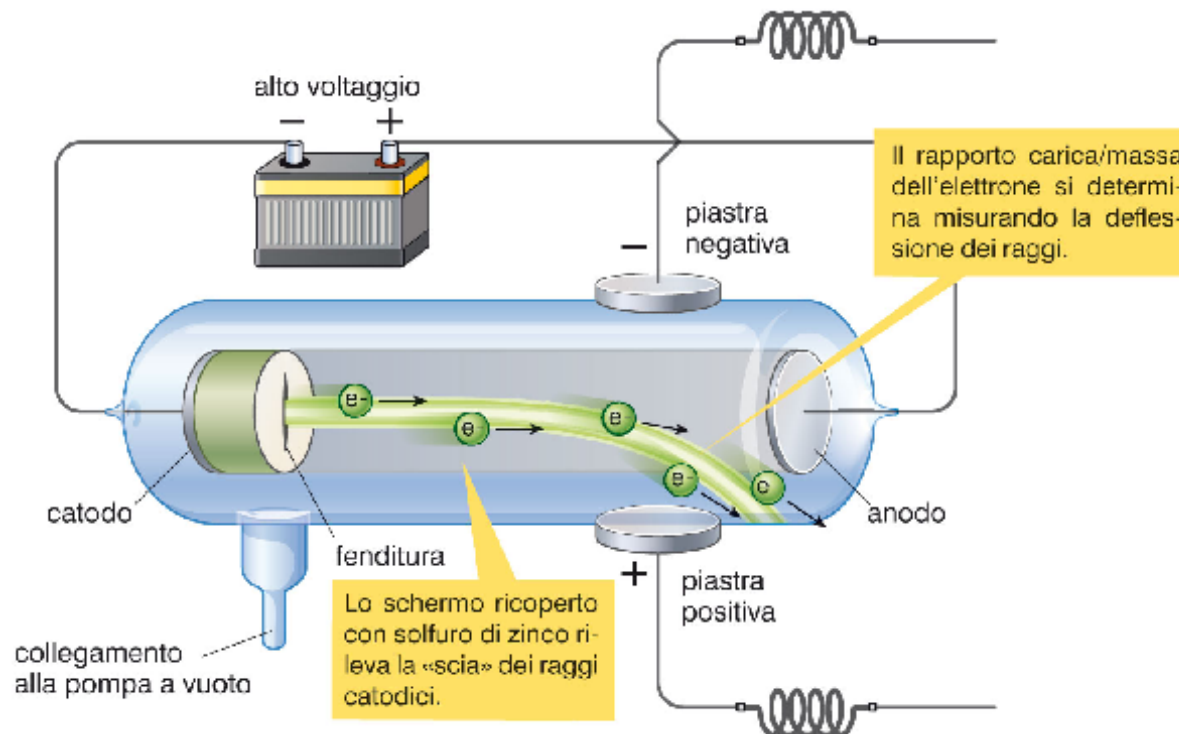
Clicca qua per vedere il video →



NB: il video anticipa i contenuti della presentazione e puo' essere visto come introduzione all'argomento e rivisto alla fine della presente lezione.

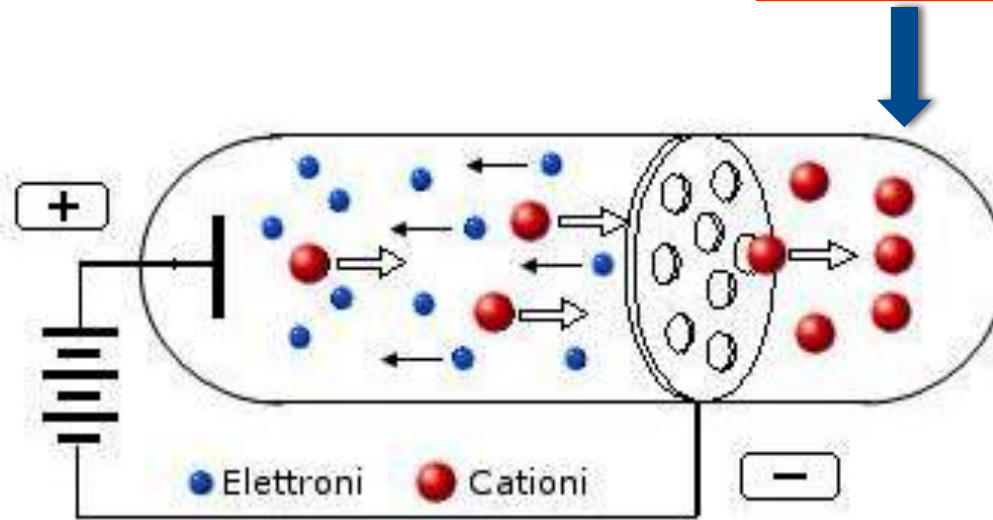
## ◆ Le particelle subatomiche: esperimento di Thomson

- Una scarica elettrica attraversa un gas rarefatto all'interno di un tubo di vetro e produce *particelle* dotate di carica che risentono del campo elettrico applicato: *le particelle con carica negativa e massa molto piccola sono proprio gli elettroni*



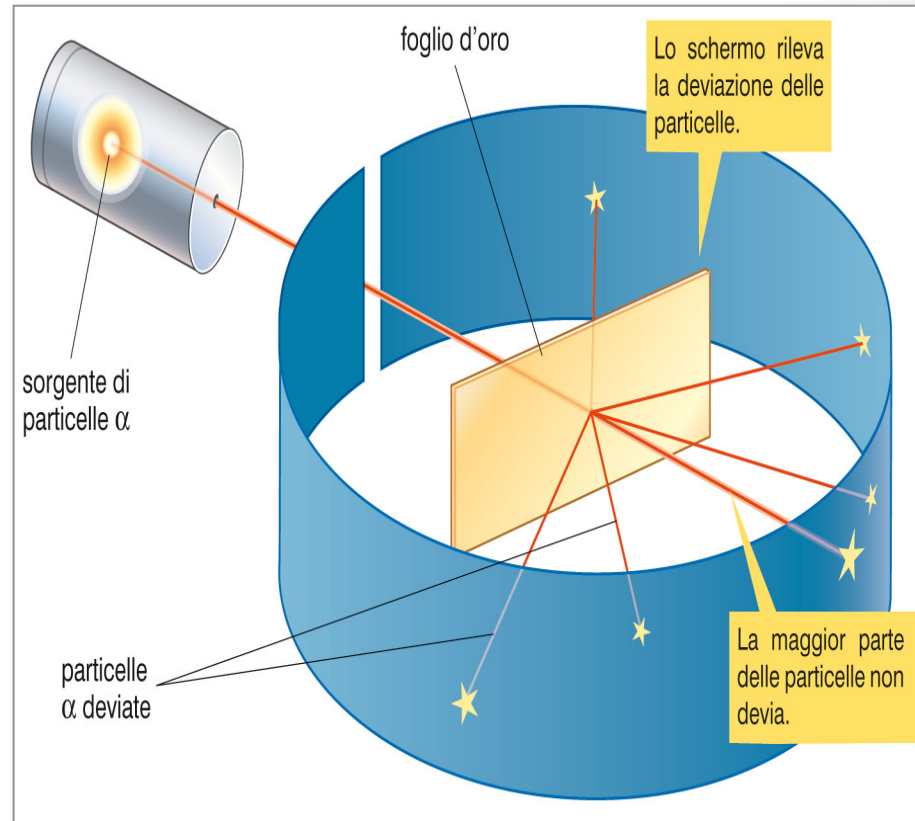
# ◆ Le particelle subatomiche esperimento di Thomson modificato

- Grazie al Tubo di Crooks (leggermente modificato) Goldstein, identifica anche altre particelle con massa molto più grande che vengono deviate verso il polo – (raggi anodici) e hanno massa molto più grande degli elettroni.
- Queste particelle verranno chiamate **protoni**



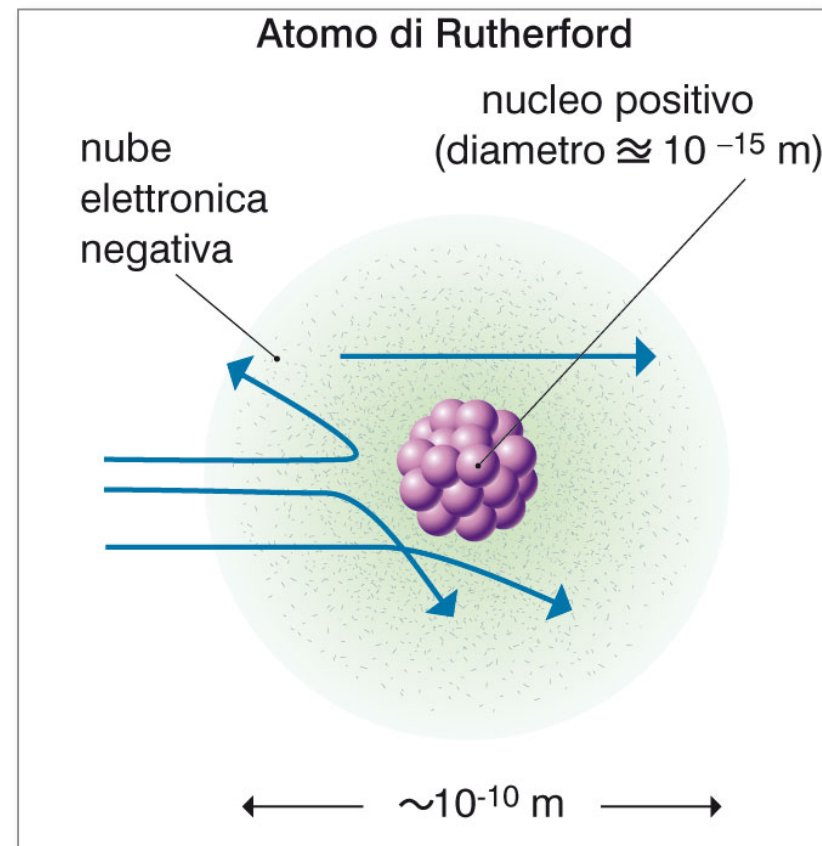
# ◆ Le particelle subatomiche esperimento di Rutherford

- particelle  $\alpha$  emesse dal Polonio vengono dirette verso una sottile lamina d'Oro:
- gran parte di esse non subiva deviazioni e attraversava la lamina;
- alcune particelle subivano una deviazione con angolature diverse rispetto alla direzione iniziale;
- un numero molto esiguo rimbalzava, ma violentemente.



## ◆ Le particelle subatomiche: il modello Rutherford

- l'atomo è formato da un **nucleo** intorno al quale ruotano uno o più elettroni;
- il nucleo è molto piccolo, ha carica positiva ed è molto pesante (quasi **tutta la massa dell'atomo** vi si trova concentrata);
- gli elettroni hanno, ruotano intorno al nucleo e hanno massa trascurabile



# ◆ Le particelle dell'Atomo

Gli atomi di tutti gli elementi sono formati da tre particelle fondamentali

Particella	Carica elettrica	Carica Relativa al protone	Massa (Kg)	Massa relativa al protone
Elettrone (e)	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	-1	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$	1/1836
Protone (p) (nucleo)	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	+1	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$	1
Neutrone (n) (nucleo)	0	0	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$	$\cong 1$

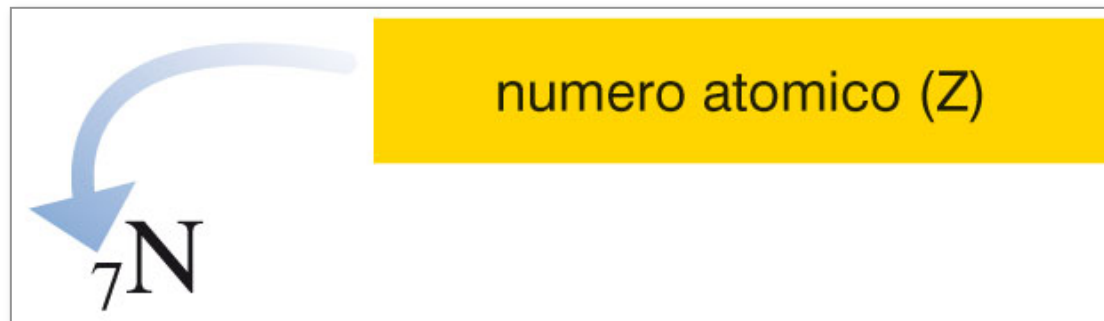
Quanto è piccolo un atomo?  
TED – Ed lo spiega →





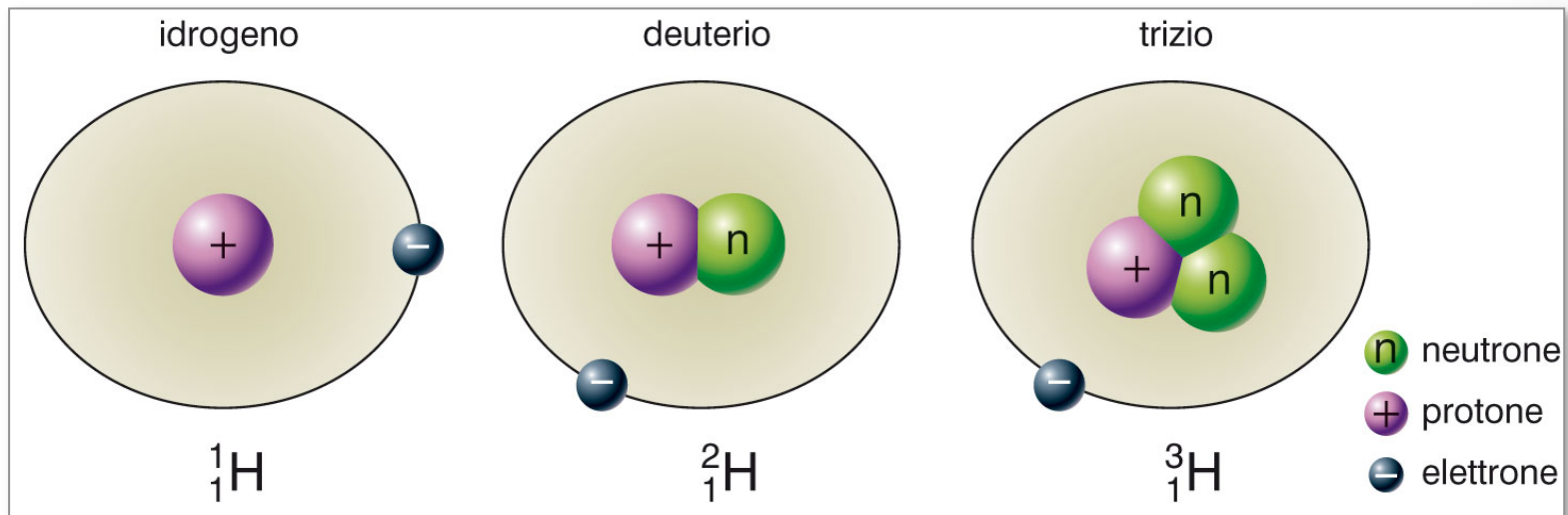
## ◆ ISOTOPI, numero atomico numero di massa

- Il numero di protoni presenti nel nucleo di un atomo si chiama numero atomico (Z). Se l'atomo è neutro, questo numero è uguale al numero di elettroni.



## ◆ ISOTOPI, numero atomico numero di massa

- Gli isotopi sono atomi dello stesso elemento aventi le stesse proprietà chimiche ma masse diverse, perché contengono un diverso numero di neutroni.



## ◆ ISOTOPI, numero atomico numero di massa

- Il **numero di massa** (A) è uguale alla somma del numero di protoni (Z) e del numero di neutroni (n°) contenuti nel nucleo

$$A = Z + n^{\circ}$$

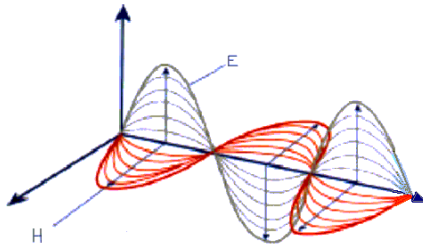
# ◆ ISOTOPI, numero atomico numero di massa: **prova tu**

Completa la tabella, consultando la tavola periodica degli elementi:

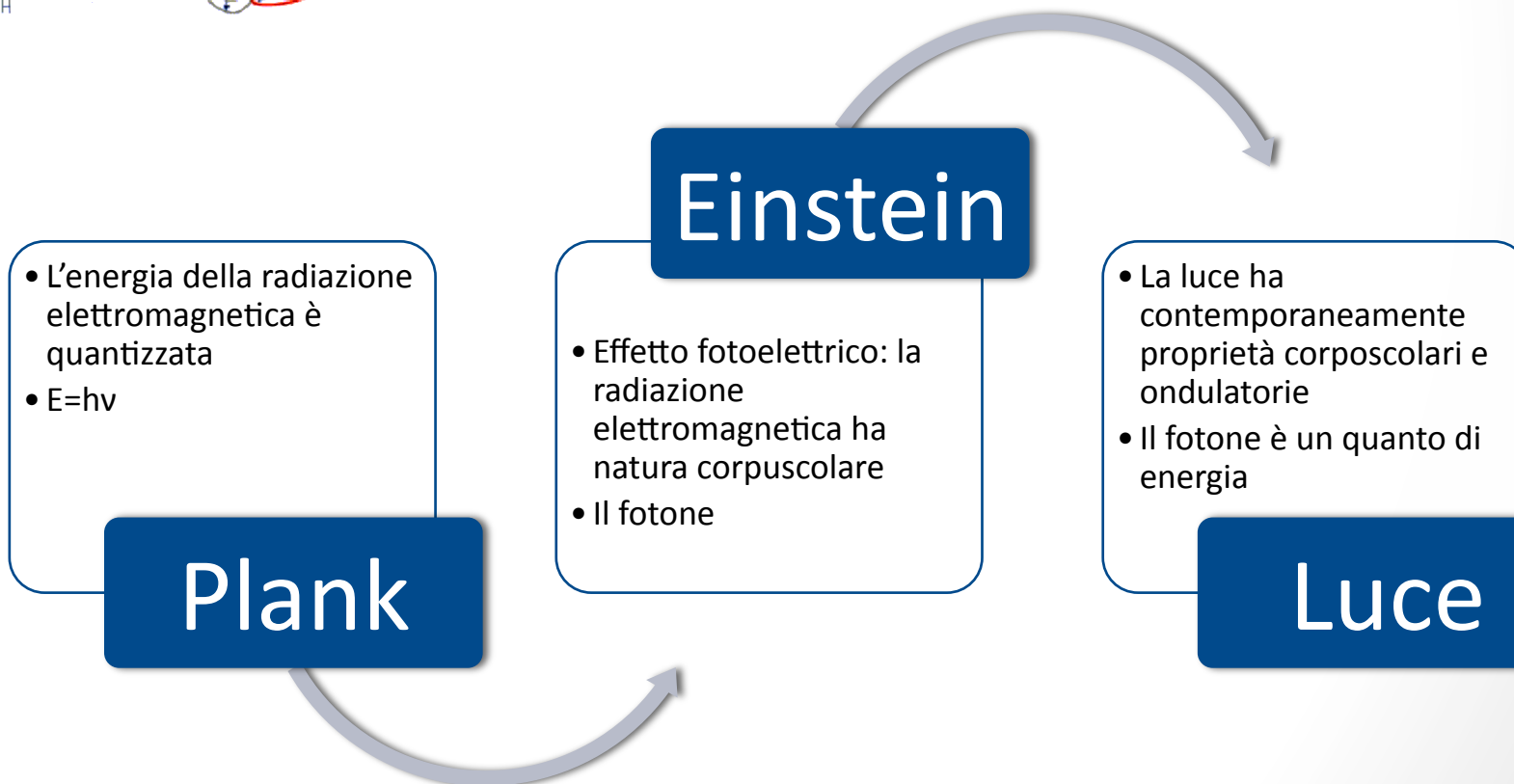
Atomo	Numero Atomico Z	Numero di Massa A	Numero di Protoni	Numero di neutroni	Numero di Elettroni
S	16			16	
	15	31			
			53	74	54
Cu <sup>+</sup>					
	1			0	0

Per vedere le risposte vai a pagina 35 

# ◆ Quantizzazione dell'energia

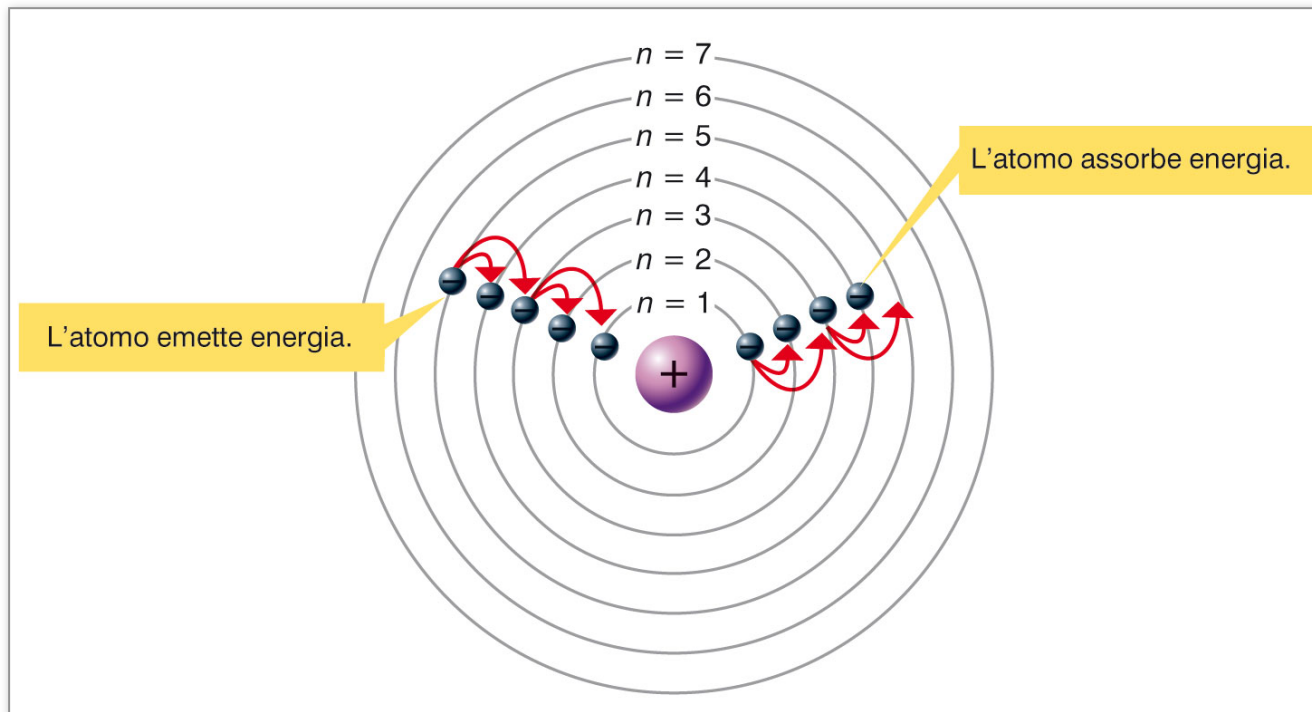


proprietà radiazione elettromagnetica



# ◆ Il modello atomico di Bhor

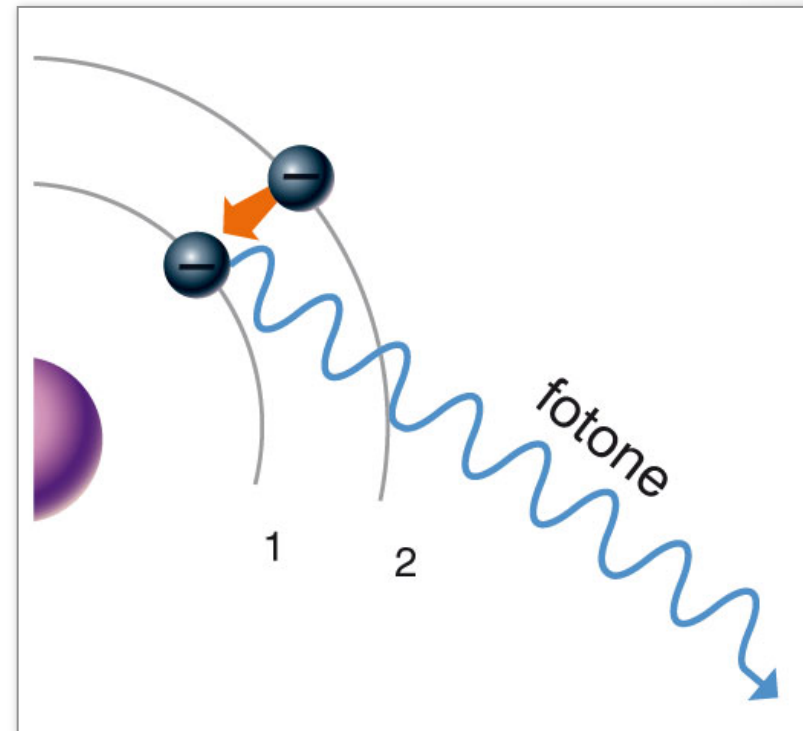
- Gli elettroni si trovano in Orbite stazionarie con energia quantizzata



## ◆ Il modello atomico di Bhor

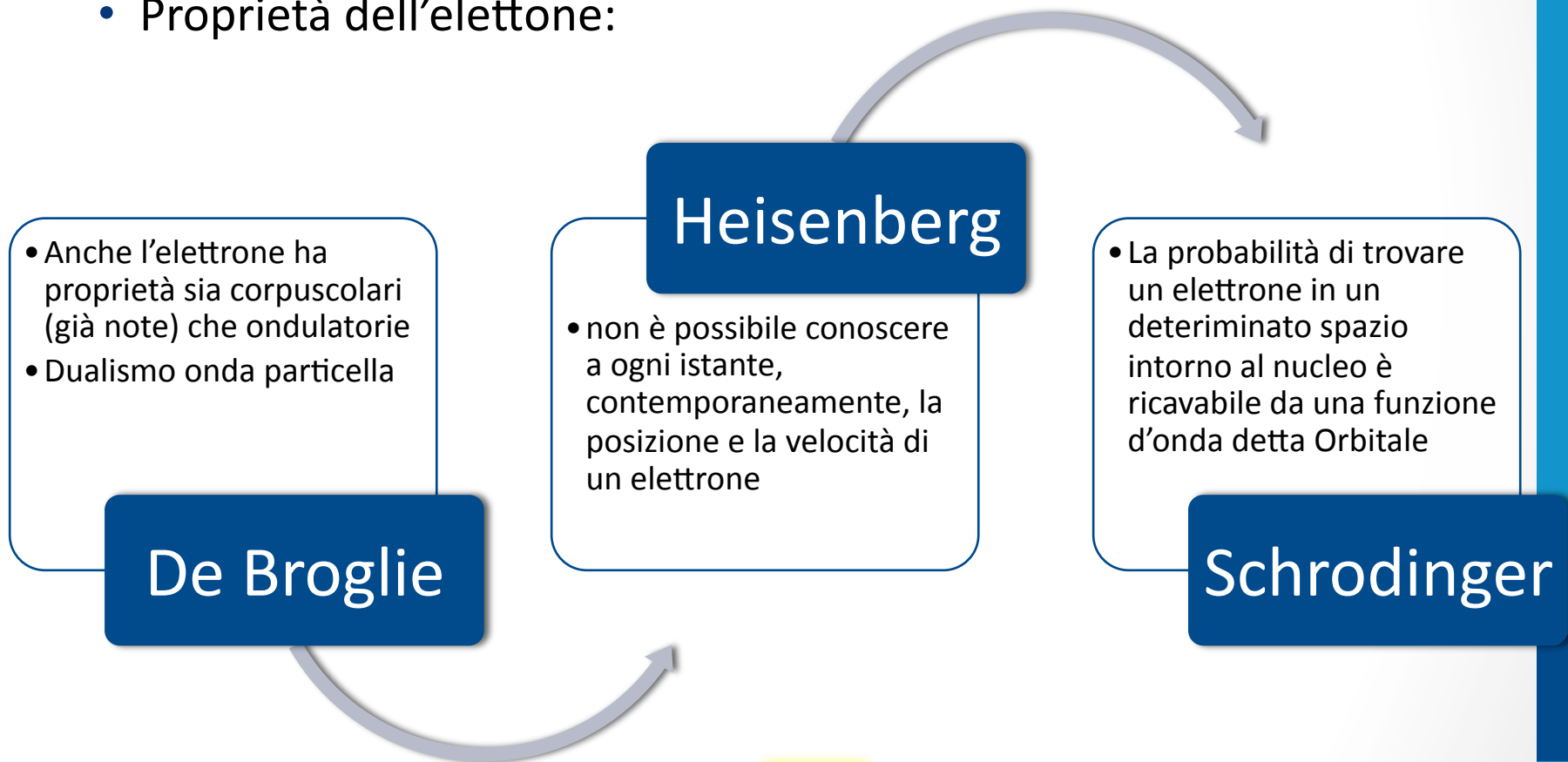
A ogni salto di orbita si ha una **transizione energetica**, ovvero emissione di energia sotto forma di fotone.

Il **numero quantico principale  $n$**  indica il livello energetico associato a ogni orbita.



# ◆ Elettrone: dualità onda particella

- Proprietà dell'elettrone:

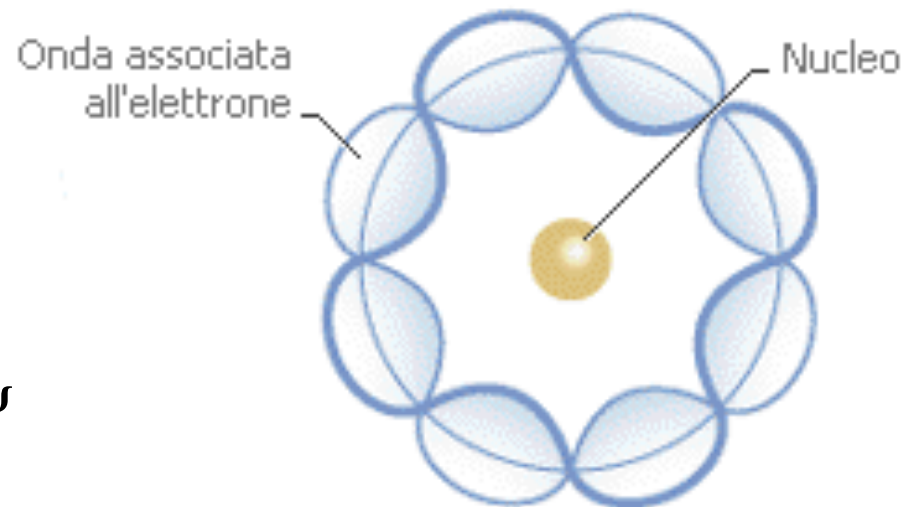




## ◆ Il modello ondulatorio

- All'elettrone è associata un'onda Stazionaria con precise funzioni
- Si introduce il concetto di **Orbitale**
- Le funzioni matematiche  $\Psi$  che descrivono gli orbitali sono dette autofunzioni e sono le soluzioni della equazione di Schroedinger

$$H \Psi = E \Psi$$



## ◆ Numeri quantici

- Risolvendo l'equazione di Schroedinger per l'atomo di idrogeno, si trovano diverse funzioni d'onda (orbitali) che la soddisfano; ciascuno di essi è caratterizzato da una serie di numeri detti numeri quantici che ne descrivono compiutamente le proprietà:
- ***numero quantico principale,  $n$***   
**puo' assumere solo valori interi positivi  $n=1,2,3,\dots$**

è relazionata alla dimensione e alla energia dell'orbitale:  
maggiore è il valore di  $n$ , maggiore è la dimensione e l'energia associata

## ◆ Numeri quantici

- numero quantico **azimutale,  $l$**   
per ogni valore di  $n$ ,  $l=0, 1, \dots, n-1$   
**è relazionata alla forma degli orbitali atomici**

$l=0$  s

$l=1$  p

$l=2$  d

$l=3$  f

- numero quantico **magnetico,  $m_l$**   
relazionata alla orientazione relativa degli orbitali nello spazio

$$m_l = -l, -l+1, \dots, 1, 0, 1, \dots, l-1, l$$

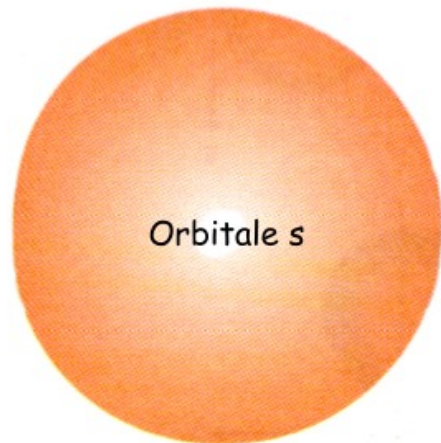
# ◆ Orbitali atomici

## Orbitali s

$l=0$

forma sferica

Gli orbitali si rappresentano graficamente con una “superficie limite” = superficie che delimita la zona dello spazio equivalente al 90% di probabilità di trovare l'elettrone

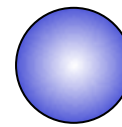


**1s**

$n=1$

$l=0$

$m_l=0$

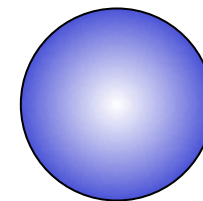


**2s**

$n=2$

$l=0$

$m_l=0$



**3s**

$n=3$

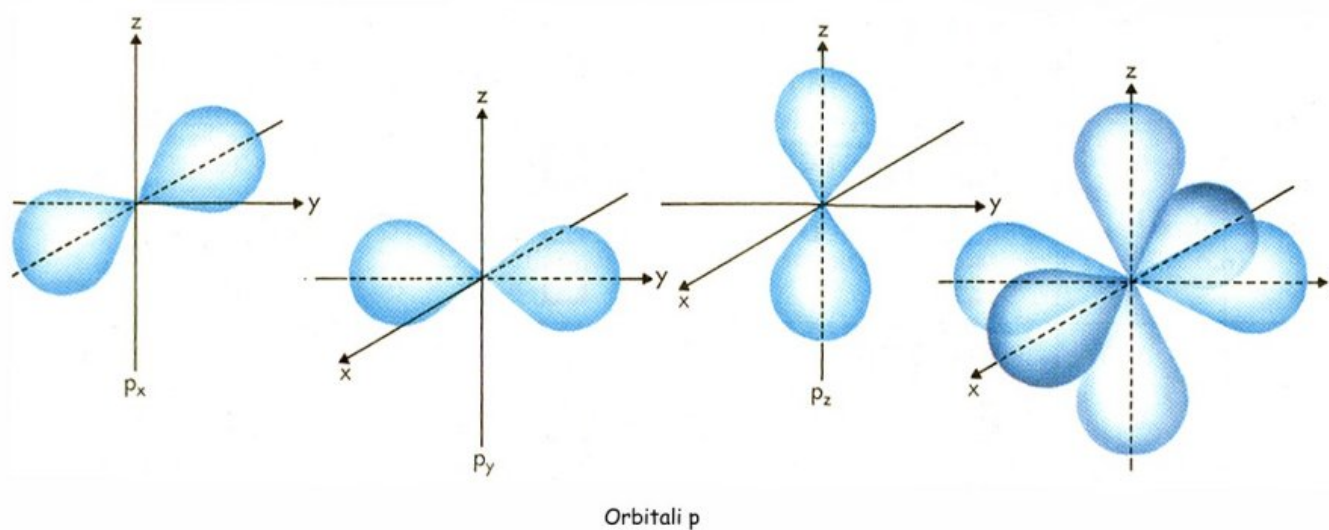
$l=0$

$m_l=0$

# ◆ Orbitali atomici

## Orbitali p $l=1$

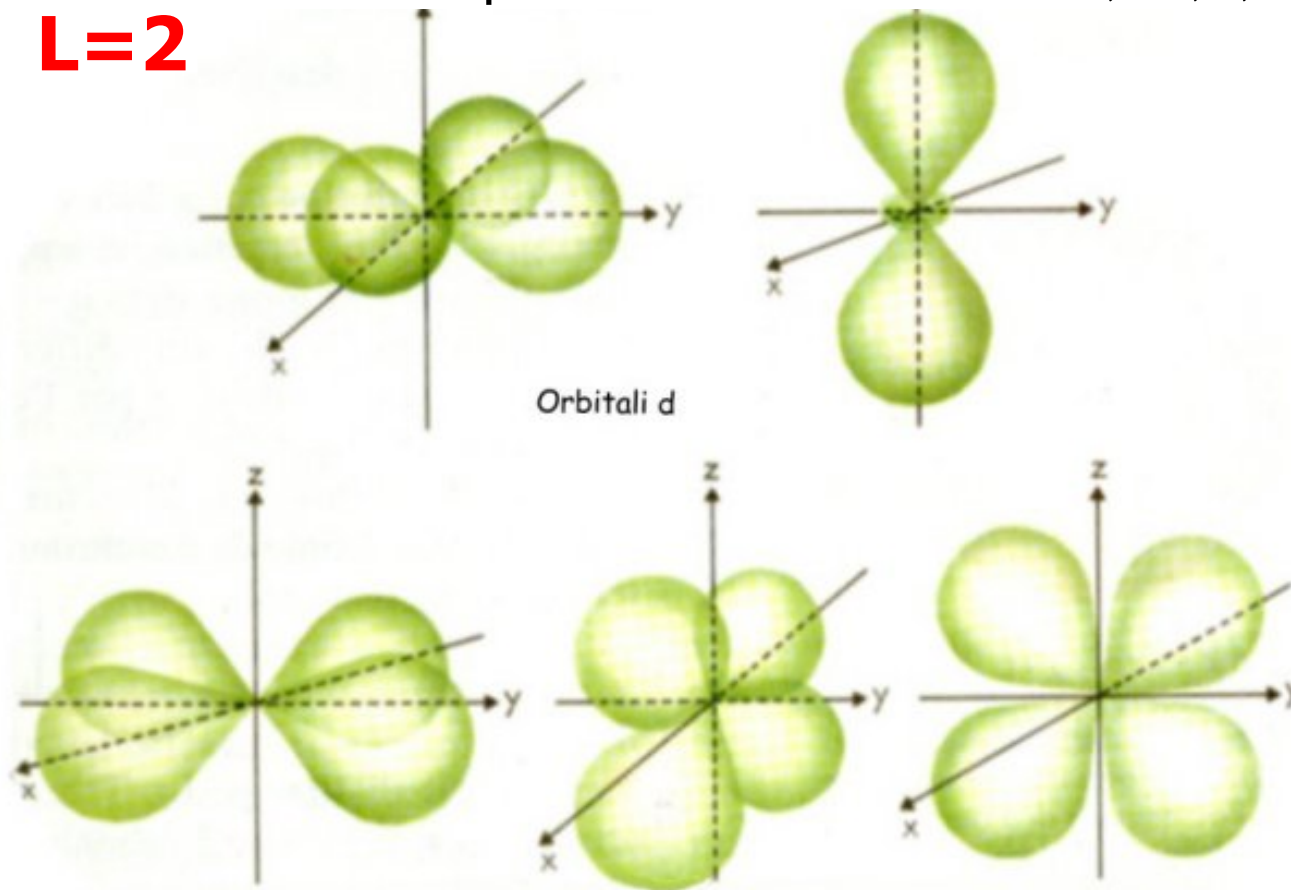
Gli orbitali p sono 3 poichè  $l=1$  e quindi sono possibili i valori di  $m_l=-1,0,+1$



# ◆ Orbitali Atomici

**Orbitali d**  
**L=2**

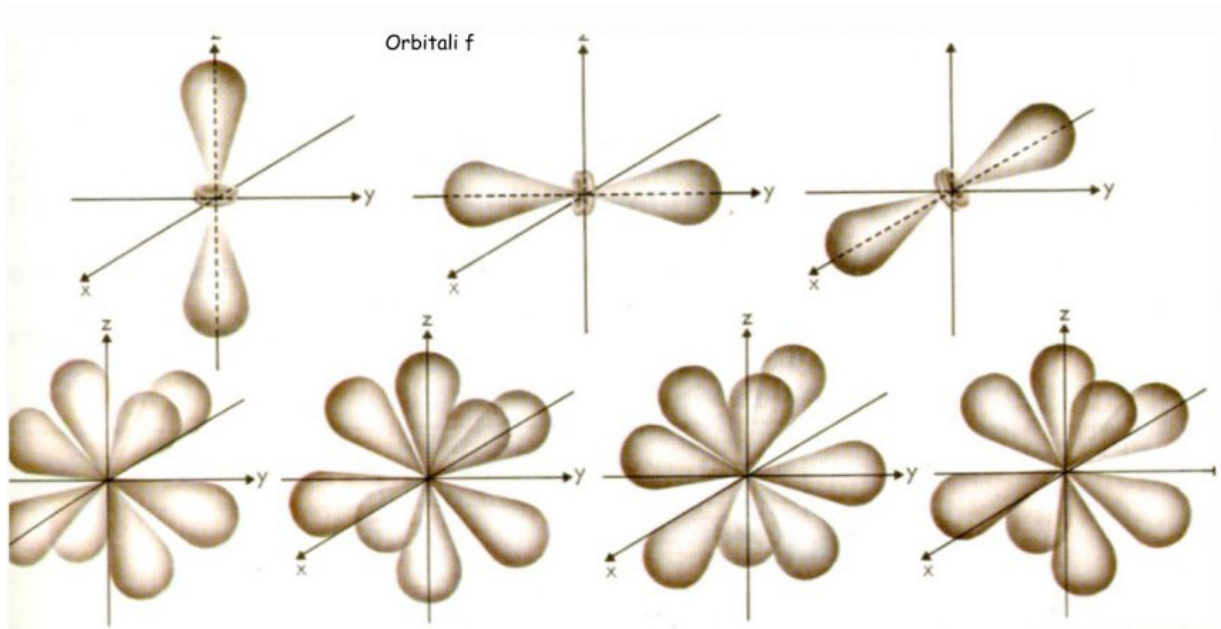
Gli orbitali d sono 5 poichè  $l=2$  quindi sono possibili i valori di  $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$



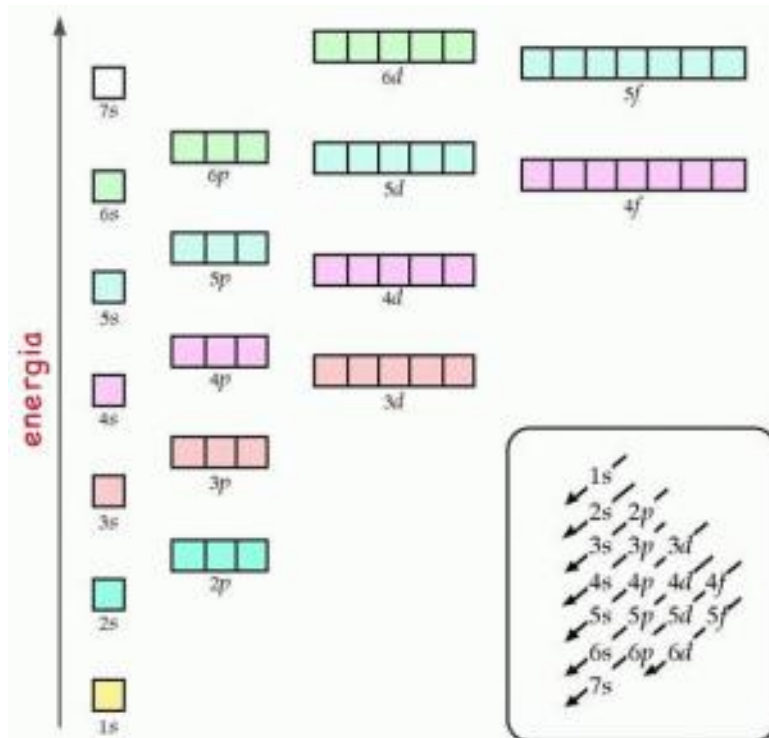
## ◆ Orbitali atomici

- **Orbitali f**  
 **$l=3$**

Gli orbitali f sono 7 poichè  $l=3$  e quindi sono possibili i valori di  $m_l=-3,-2,-1,0,+1,+2,+3$



# ◆ Orbitali atomici atomi polielettronici



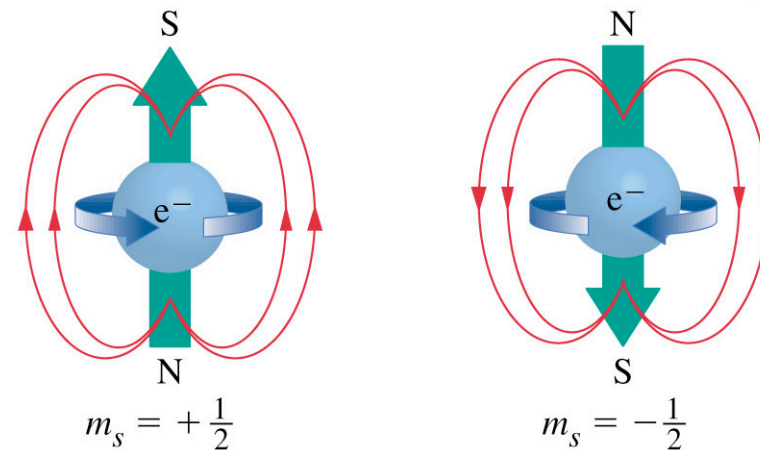
Dalla soluzione dell'equazione di Schroedinger degli atomi polielettronici si derivano gli orbitali atomici che sono qualitativamente simili agli orbitali dell'atomo di idrogeno;

**il numero quantico azimutale  $l$  concorre a determinare l'energia dell'elettrone nell'orbitale.**



# Numero quantico di SPIN

- In un atomo poliettronico è necessario definire anche un numero quantico legato all'elettrone (e non all'orbitale): lo spin
- Può assumere valori di  $+1/2$  e  $-1/2$
- Rappresenta la rotazione dell'elettrone intorno al proprio asse



**Principio di esclusione di Pauli: un orbitale contiene al massimo due elettroni ed essi hanno spin opposto**

# ◆ Orbitali atomici

$n$	Numeri quantici		Tipo di orbitali	Numero massimo di elettroni per tipo di orbitale
	$l$ da 0 a $(n-1)$	$m$ $(-l, 0, +l)$		
4	3	-3 -2 -1 0 +1 +2 +3	4f	14
	2	-2 -1 0 +1 +2	4d	10
	1	-1 0 +1	4p	6
	0	0	4s	2
3	2	-2 -1 0 +1 +2	3d	10
	1	-1 0 +1	3p	6
	0	0	3s	2
2	1	-1 0 +1	2p	6
	0	0	2s	2
1	0	0	1s	2

# ◆ Numeri quantici e orbitali atomici: **prova tu**

Completa la tabella, indicando anche cosa indicano i numeri quantici  $l$  e  $m_l$

$n$ (energia)	$l$ (.....)	$m_l$ (.....)	Tipo orbitale	Numero massimo e	forma
				2	
		-1, 0, +1			
	2				
			f		

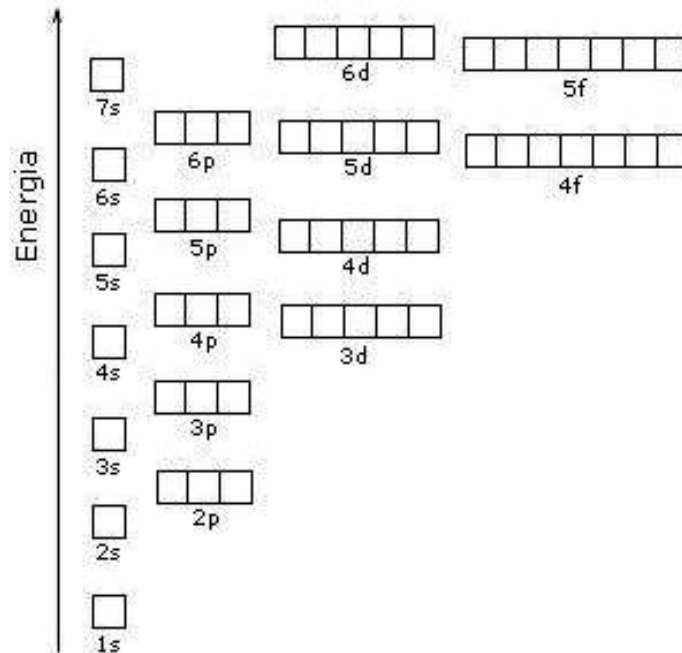
Per vedere le risposte vai a pagina 32 

## ◆ Configurazione elettronica

- ◆ La configurazione elettronica rappresenta la disposizione **elettroni nei suoi orbitali**.
- ◆ Si può attribuire la configurazione elettronica di ciascun elemento disponendo i suoi elettroni negli orbitali a disposizione in ordine crescente di energia (principio dell'Aufbau) ricordando:
  - **Il principio di esclusione di Pauli:** ciascun orbitale (definito dai tre numeri quantici  $n$ ,  $l$  e  $m_l$ ) può contenere al massimo due elettroni (con spin opposto)
  - **La regola di Hund:** il riempimento di orbitali con la stessa energia (ad es. i 3 orbitali  $p$ ) avviene ponendo un elettrone in ogni orbitale, tutti con spin parallelo. Eventuali altri elettroni vengono accoppiati solo se tutti gli orbitali di quel gruppo contengono almeno un elettrone.

# ◆ Configurazione elettronica schema

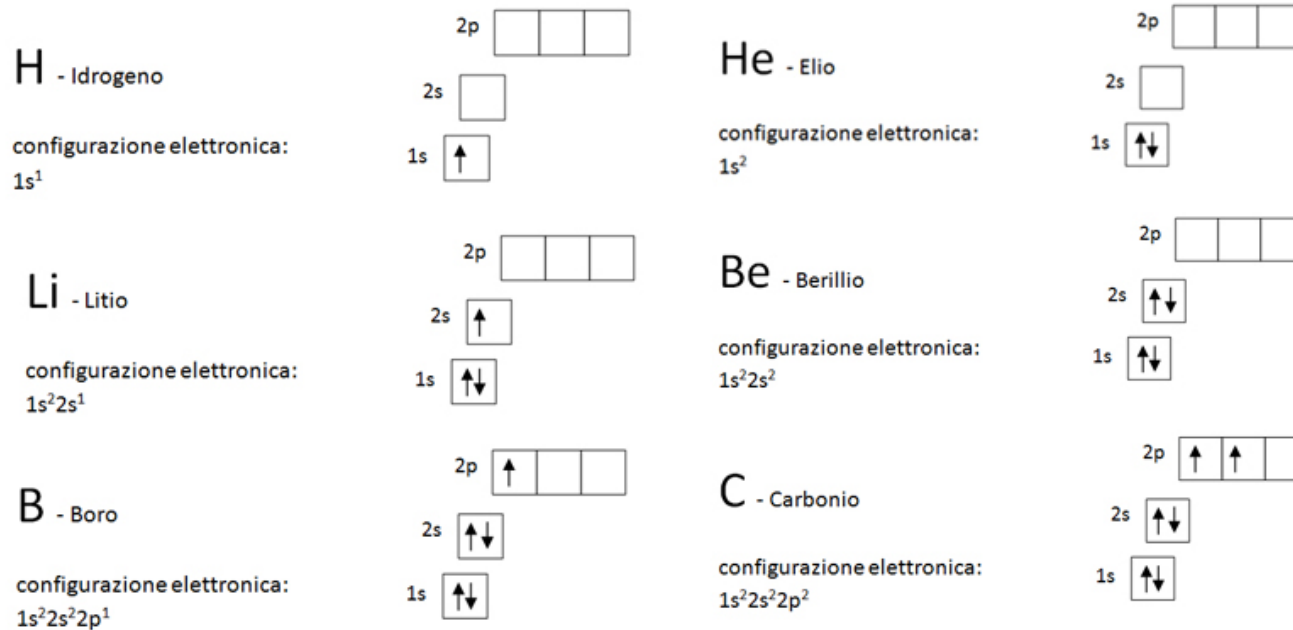
Considerando il seguente schema di riempimento degli orbitali



Dove un quadratino ( $\square$ ) e per mostrare gli elettroni si usano le frecce ( $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ) si possono ricavare le configurazioni elettroniche di tutti gli elementi della tavola periodica

# Configurazione elettronica: esempi

- La configurazione elettronica di alcuni elementi è



- Dove ad esempio per B:  $1s^2 2s^2 sp^3$  è la configurazione elettronica in forma estesa

## ◆ Configurazione elettronica: prova tu

- Considerato lo schema di pag 29 e gli esempi di pag. 30
- Scrivi la configurazione elettronica di  ${}_8\text{O}$ ,  ${}_9\text{F}$  e  ${}_{10}\text{Ne}$  direttamente in forma estesa.
- A quale atomo neutro corrisponde la configurazione elettronica di  $1s^22s^22p^63s^23p^63d^74s^2$
- Scrivi la configurazione elettronica di  ${}_{11}\text{Na}^+$  e  ${}_{10}\text{Ne}$ . Cosa cambia?

Per vedere le risposta vai a pagina 35



# Verifica dell'apprendimento

## LO1\_a

- **Competenze :**

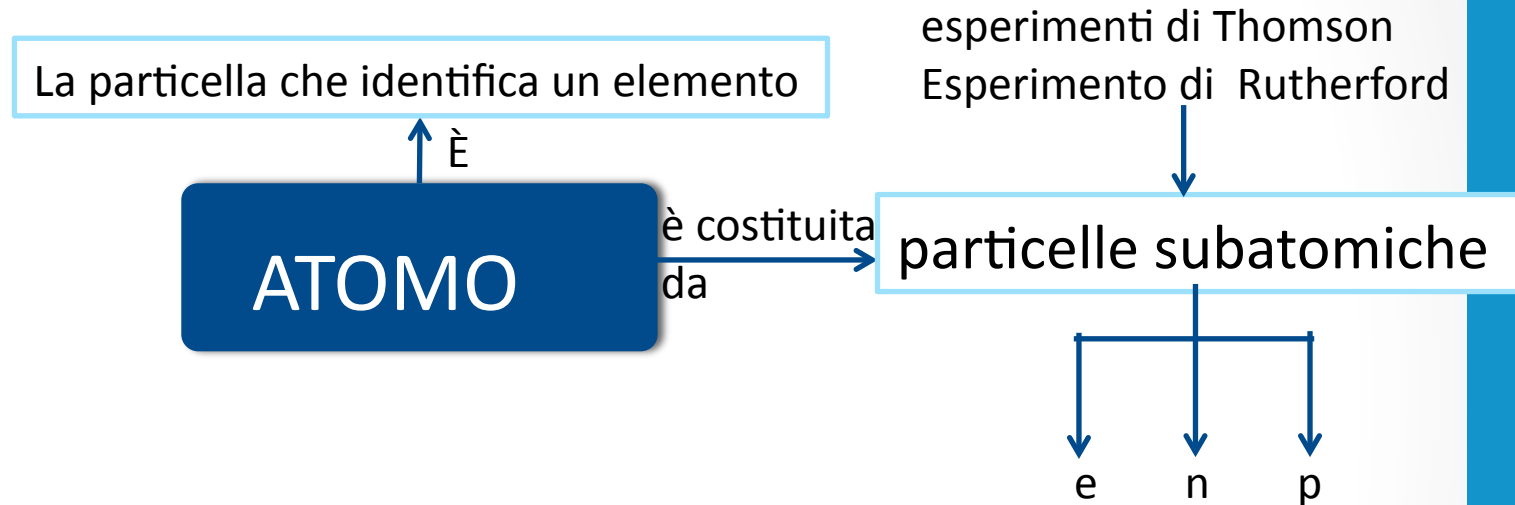
- Descrivere le natura delle particelle elementari che compongono l'atomo
- Spiegare la struttura elettronica e la quantizzazione dell'energia dell'atomo

- **Abilità:**

- Descrivere gli esperimenti di Thomson e Rutherford
- Spiegare le proprietà delle particelle che compongono l'atomo
- Identificare gli elementi della Tavola periodica in base a A, Z e n
- Descrivere il comportamento ondulatorio e corpuscolare della luce
- Spiegare la struttura elettronica secondo la teoria ondulatoria
- Saper identificare i numeri quantici e orbitali atomici
- Saper ricavare la configurazione elettronica di un elemento



## Riordina i contenuti della presentazione di pag 2 secondo una/due mappe concettuali



Sistema questi altri contenuti:  
Isotopi e numero atomico e di massa  
Quantizzazione dell'energia  
Il modello atomico di Bhor  
Elettrone: dualità onda particella  
Numeri quantici  
Orbitali atomici s, p, d e f  
Configurazione elettronica

## Risorse di rete

- La risorsa di test on line più completa per la scuola superiore la trovi:  
<http://zte.zanichelli.it/> (serve registrazione)
- Per i demo test di ECTN di chimica generale I e II  
<http://ectn-assoc.cpe.fr/echemtest/default.htm> (serve registrazione)
- Altri test completamente liberi su:  
<http://www.chimica-online.it/esercizi.htm>
- Per i testi di riferimento si consiglia come ripasso  
Valitutti Tifi Gentile “Le idee della chimica” Zanichelli  
<http://online.scuola.zanichelli.it/ideedellachimica2ed/>
- Un libro free on line  
[http://www.pianetachimica.it/didattica/documenti/Chimica\\_Generale.pdf](http://www.pianetachimica.it/didattica/documenti/Chimica_Generale.pdf)
- Un testo universitario di approfondimento:  
Silvestroni “Fondamenti di Chimica” Zanichelli  
<http://www.zanichelli.it/ricerca/prodotti/fondamenti-di-chimica-silvestroni>

## ◆ Risposte

- Di Pag 12, pag 27 e 31

Atomo	Numero Atomico Z	Numero di Massa A	Numero di Protoni	Numero di neutroni	Numero di Elettroni
S	16	32	16	16	16
P	15	31	15	16	15
I <sup>-</sup>	53	127	53	74	54
Cu <sup>+</sup>	29	63	29	34	28
H <sup>+</sup>	1	1	1	0	0

N (principale)	l (azimutale)	ml (magnetico)	Tipo orbitale	Numero massimo e	forma
1	0	0	s	2	sferica
2	1	-1, 0, +1	p	6	Bilobata
3	2	-2, -1, 0, 1, 2	d	10	Varie
4	3	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3	f	14	Varie

- ${}^8\text{O} : 1s^2 2s^2 2p^4$
- ${}^9\text{F} : 1s^2 2s^2 2p^4$
- ${}^{10}\text{Ne} : 1s^2 2s^2 2p^6$
- Co
- Nulla sono isoelettonici.