



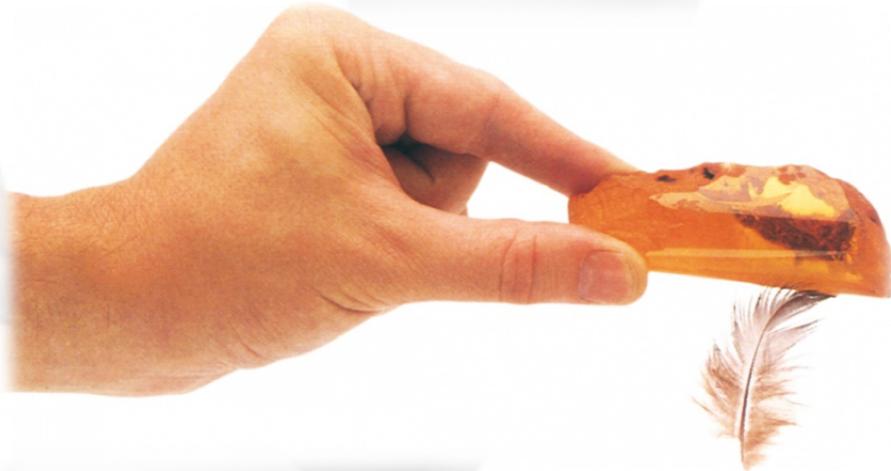
**L'ATOMO E LE  
PARTICELLE  
SUBATOMICHE**

## **ARGOMENTI CHE VERRANNO AFFRONTATI:**

1. LA CARICA ELETTRICA
2. LA LEGGE DI COULOMB
3. PARTICELLE SUBATOMICHE
4. MODELLI ATOMICI
5. IDENTIFICARE UN ATOMO:  
NUMERO ATOMICO E NUMERO DI MASSA
6. LA CONFIGURAZIONE ELETTRONICA

# LA CARICA ELETTRICA

I fenomeni elettrici sono stati osservati fin dall'antichità



A ESEMPIO, ERA NOTO CHE UN MATERIALE COME **L'AMBRA**, OPPORTUNAMENTE STROFINATA, CON UN PANNO DI LANA ASSUMEVA LA CAPACITÀ DI ATTIRARE PICCOLI CORPI LEGGERI (PIUME)

**IN GENERALE ERA NOTO CHE CERTI MATERIALI SE OPPORTUNAMENTE STROFINATI SI ELETTRIZZANO E ACQUISTANO LA CAPACITÀ DI ATTRARRE PICCOLI CORPI LEGGERI**

## Lo strofinio produce elettricità: CHI NON L'HA MAI PROVATO?

Strappare dal foglietto alcuni pezzetti di carta grandi circa  $1/2 \text{ cm}^2$



Strofinare la penna bic sulla manica, meglio se di lana



Avvicinare la penna bic ai pezzetti di carta



**I PEZZETTI DI CARTA VENGONO ATTIRATI  
DALLA PENNA BIC E SI ATTACCANO**

**ELETTRICITA' = DERIVA DAL GRECO "ELEKTRON" CHE SIGNIFICA "AMBRA"**

**TUTTI I GIORNI UTILIZZIAMO APPARECCHI CHE FUNZIONANO GRAZIE ALL'ELETTRICITA'**



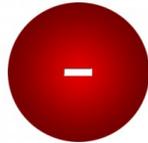
**MA QUAL'E' LA PROPRIETA' DELLA MATERIA  
GRAZIE ALLA QUALE FUNZIONANO???**

# LA CARICA ELETTRICA

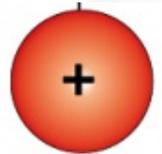
LA MATERIA HA UNA PROPRIETA' CHE SI CHIAMA **CARICA ELETTRICA**

- LA CARICA ELETTRICA DI SOLITO NON È PERCEPITA DAI NOSTRI SENSI,
- LA CARICA ELETTRICA SI PUÒ MANIFESTARE SOLO IN DUE FORME

**CARICA ELETTRICA  
NEGATIVA (-)**

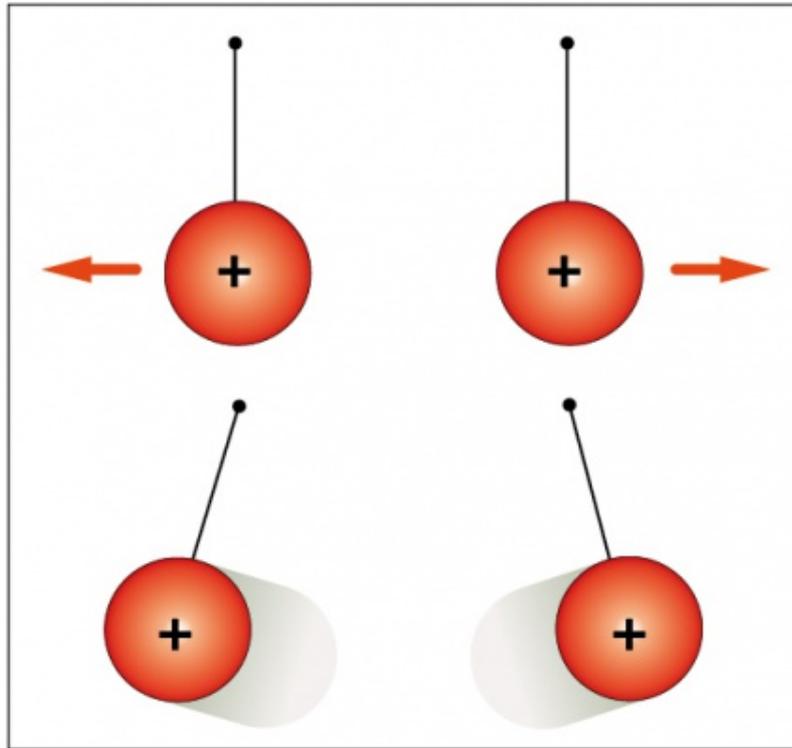


**CARICA ELETTRICA  
POSITIVA (+)**

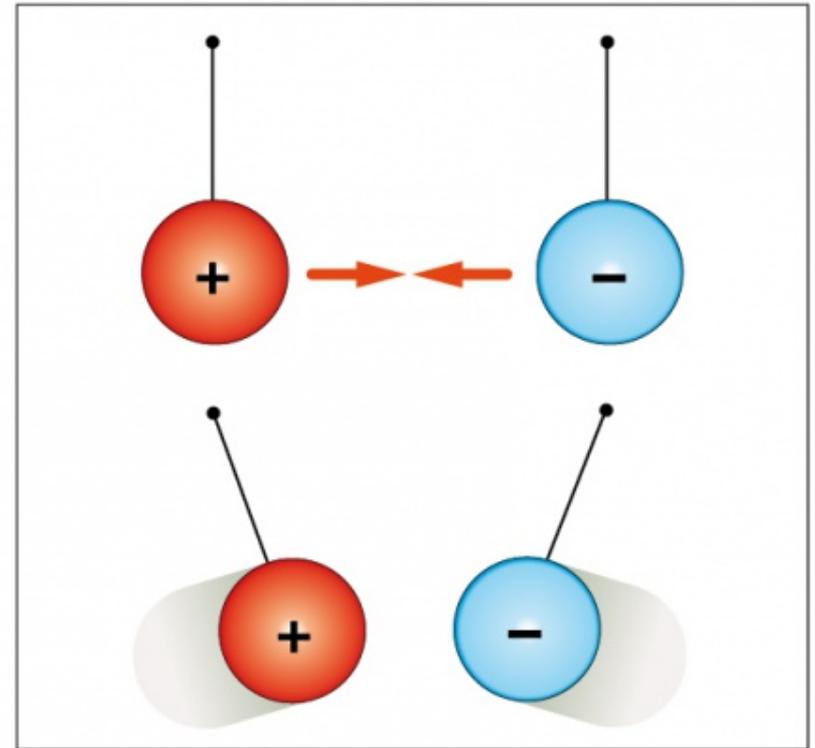


I CORPI QUANDO VENGONO STROFINATI SI CARICANO ELETTRICAMENTE, MA NON TUTTI I MATERIALI SI ELETTRIZZANO NELLO STESSO MODO:  
L'ELETTRICITÀ DELL'AMBRA È POSITIVA, L'ELETTRICITÀ DEL VETRO È NEGATIVA

•CARICHE DI SEGNO UGUALE SI RESPINGONO

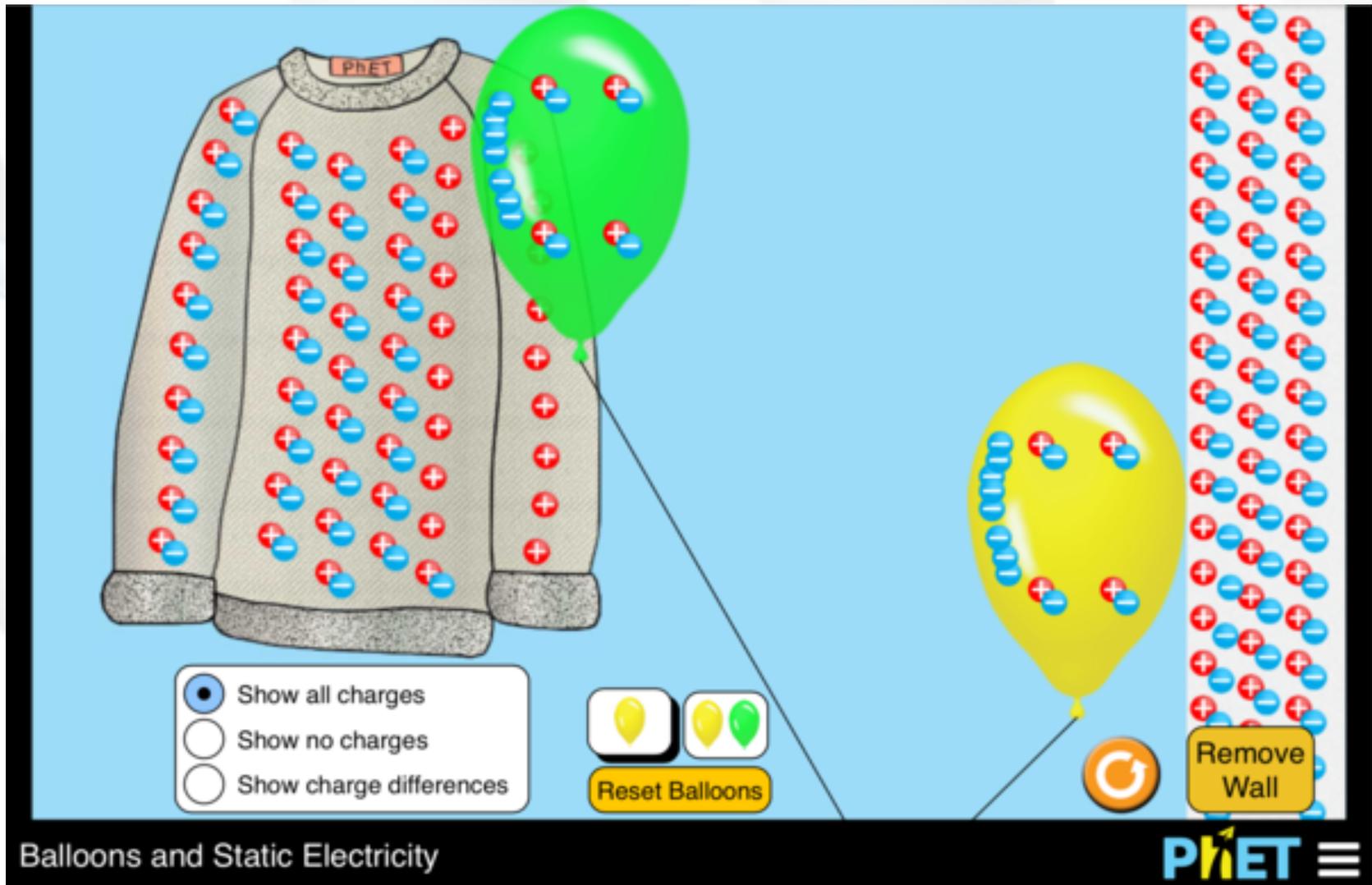


CARICHE OPPOSITE SI ATTRAGGONO



•LE CARICHE ELETTRICHE POSSONO ESSERE TRASFERITE DA UN CORPO AD UN ALTRO

SIMULAZIONE: <https://phet.colorado.edu/it/simulation/legacy/balloons>



[https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_en.html)

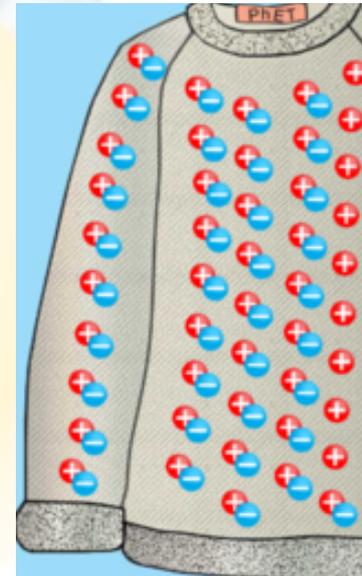
**SOLTANTO ALCUNI MATERIALI POSSIEDONO LA CARICA ELETTRICA?**

**RISPOSTA:**

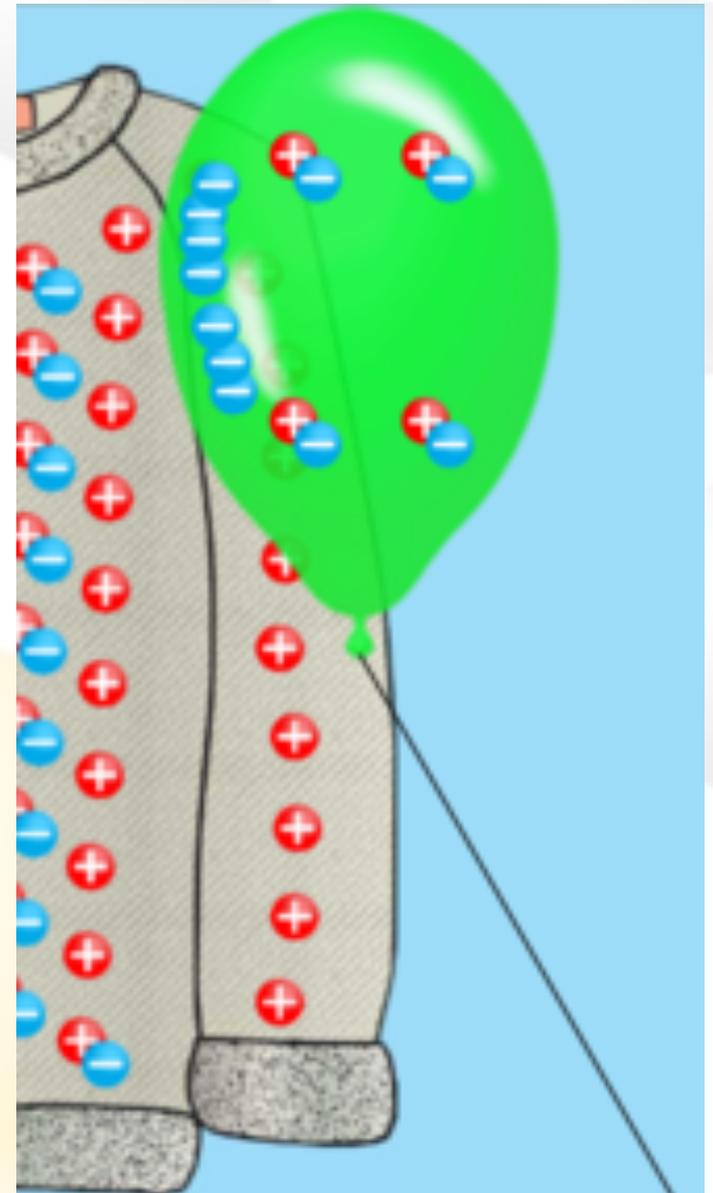
LA CARICA ELETTRICA È PRESENTE IN TUTTI I CORPI, MA NON TUTTI I MATERIALI POSSONO ESSERE ELETTRIZZATI PER STROFINIO

**NORMALMENTE OGNI CORPO È**  
**ELETTRICAMENTE NEUTRO**

INFATTI LA MATERIA CONTIENE SEMPRE UNA QUANTITÀ DI CARICA NEGATIVA UGUALE ALLA QUANTITÀ DI CARICA POSITIVA, COME NEL MAGLIONE A FIANCO E GLI EFFETTI DELLE CARICHE OPPOSTE SI ANNULLANO RECIPROCAMENTE



**IN ALCUNE SITUAZIONI PERÒ  
(PER ESEMPIO A SEGUITO DELLO  
STROFINIO)  
LA NEUTRALITÀ ELETTRICA DI UN  
CORPO RISULTA ALTERATA IN  
MODO TALE DA FAR PREVALERE  
LA CARICA POSITIVA O QUELLA  
NEGATIVA**

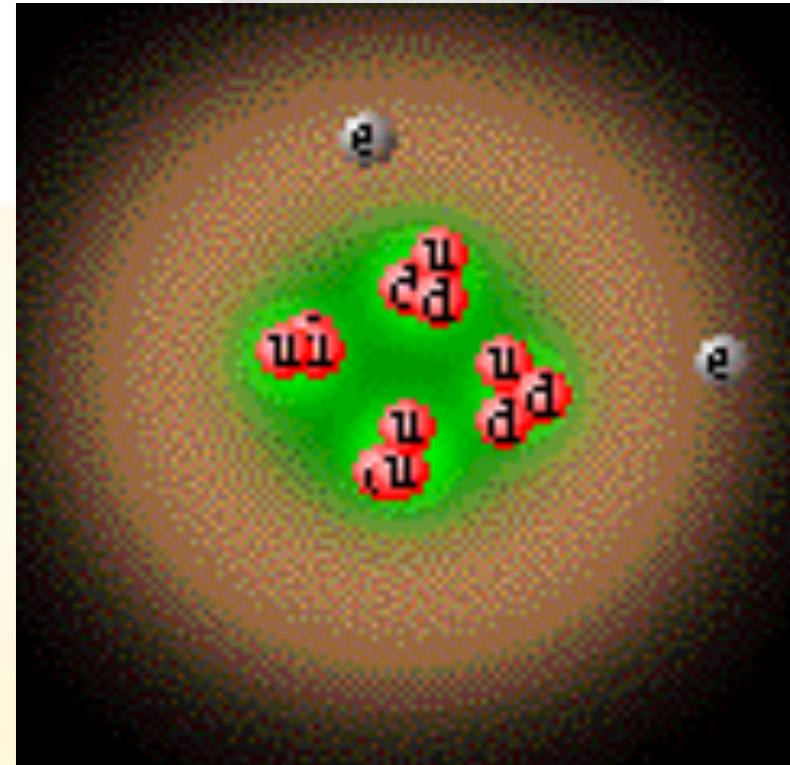


PER MOLTO TEMPO SI È PENSATO  
CHE L'ATOMO FOSSE **NON**  
**DIVISIBILE**

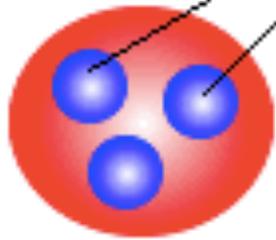


Atomo di Dalton.

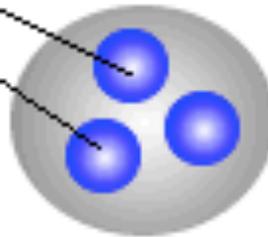
**OGGI SAPPIAMO CHE GLI  
ATOMI DI TUTTI GLI  
ELEMENTI SONO FORMATI DA  
TRE PARTICELLE  
FONDAMENTALI:  
ELETTRONE, **PROTONE** E  
**NEUTRONE**.**



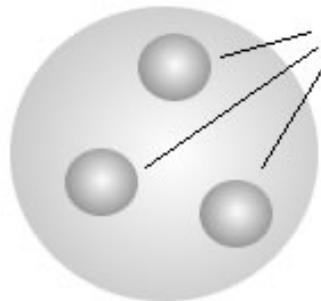
SUBPARTICELLE  
( QUARK )



PROTONE



NEUTRONE



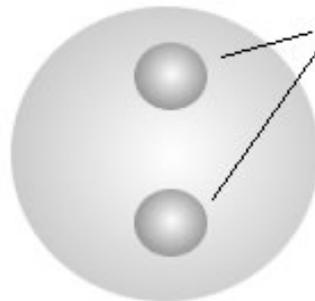
protone

( barioni / adroni )

3 quark

particelle  
elementari

ADRIONI



pione

( mesoni / adroni )

2 quark

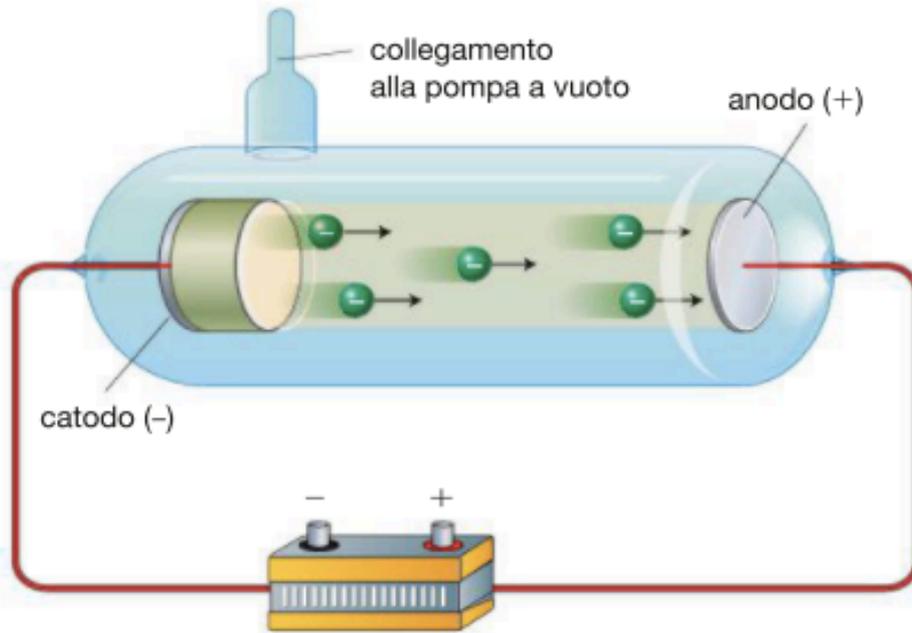
**IL PROTONE E IL NEUTRONE NON SONO UNITÀ INDIVISIBILI DELLA MATERIA, PERCHÉ SONO A LORO VOLTA COMPOSTI DA SUBPARTICELLE PIÙ PICCOLE DETTE QUARK** (fanno parte della famiglia della particelle chiamate **BARIONI**).

ALCUNE FAMIGLIE DI PARTICELLE ELEMENTARI NON SONO FORMATE DA QUARK. I LEPTONI ( **ELETTRONE**, NEUTRINO, MUONE, TAUONE ) E LE PARTICELLE MEDIATRICI ( FOTONE, GLUONE, BOSONE E GRAVITONE ) NON SONO COMPOSTE DA QUARK.

# LA SCOPERTA DELLE PARTICELLE SUBATOMICHE

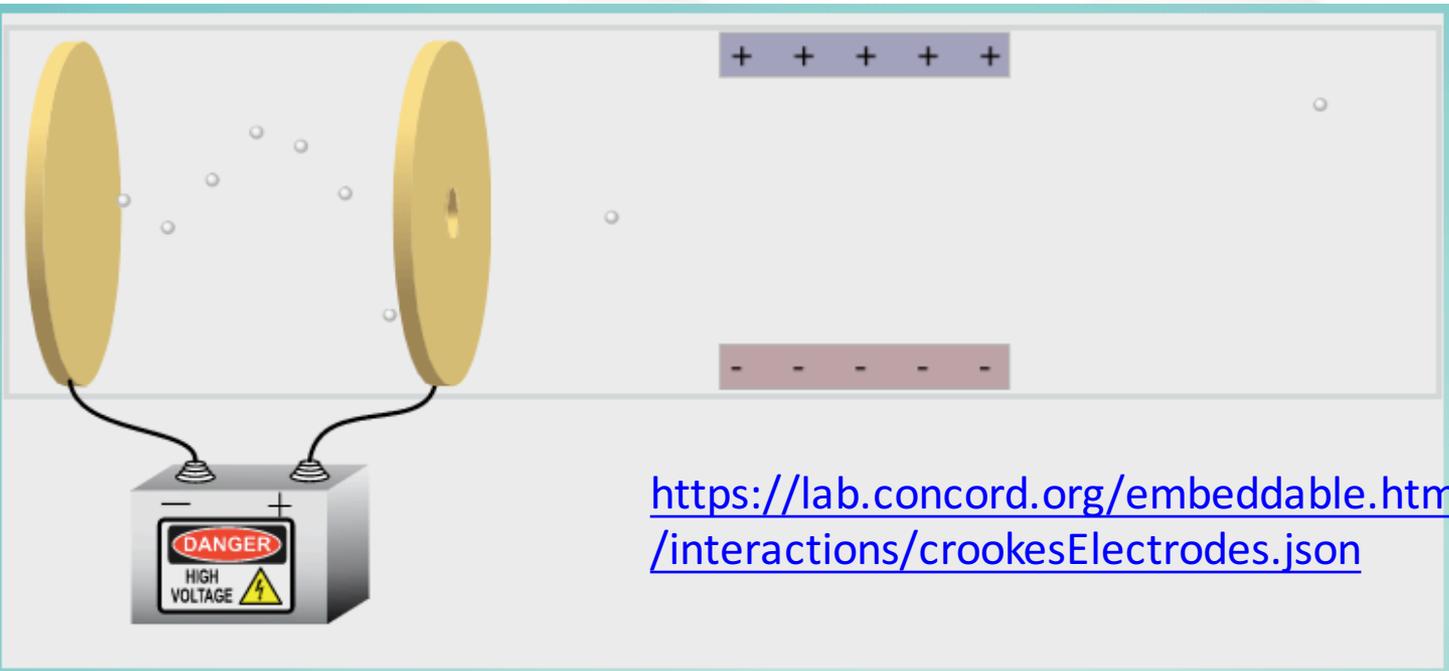
PARTICELLA	DOVE SI TROVA	CARICA (C)	CARICA CONVENZIONALE	MASSA	MASSA RELATIVA AL PROTON E	SCOPRITORE, DATA
<b><u>ELETTRONE</u></b>	ATTORNO AL NUCLEO	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	<b>-1</b>	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	1/1836	THOMSON 1897
<b><u>PROTONE</u></b>	NEL NUCLEO	$+1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	<b>+1</b>	$1,67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$	1	RUTHERFORD 1911
<b><u>NEUTRONE</u></b>	NEL NUCLEO	<b>0</b>	<b>0</b>	$1,67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$	$\cong 1$	CHAWICK 1932

# LA SCOPERTA DELLE PARTICELLE SUBATOMICHE L'ELETTRONE (THOMSON 1897)



**TUBO CATODICO:** AMPOLLA DI VETRO TRASPARENTE CONTENENTE UN GAS ALLA CUI ESTREMITA' SONO FISSATE DUE PLACCHE METALLICHE (CHIAMATE ELETTRODI) SU CUI SI ACCUMULANO CARICHE DI SEGNO OPPOSTO GRAZIE AD UN GENERATORE DI CORRENTE A CUI SONO COLLEGATE

SI ESTRAE IL GAS (SI RIDUCE LA PRESSIONE DEL GAS CON UNA POMPA A VUOTO) FINCHE' SI DIFFONDE UNA LUCE COLORATA, MA SE LA PRESSIONE SCENDE FINO A 1 MILIONESIMO DI ATMOSFERA DAL CATODO VIENE EMESSA UNA RADIAZIONE IN FONDO AL TUBO DALLA PARTE ANTISTANTE : **I RAGGI CATODICI**



<https://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/interactions/crookesElectrodes.json>

TURN ON by connecting high voltage to electrodes

Display beam    Display particles

Select electrode metal:   Adjust charge on horizontal plates

gold ▼

Very high +/-   None   Very high -/+

**ALLE PARTICELLE CHE COSTITUISCONO I RAGGI CATODICI E' STATO DATO IL NOME DI ELETTRONI, HANNO CARICA NEGATIVA E NON CAMBIANO CABIANDO IL METALLO AGLI ELETTRODI O IL GAS PRESENTE NEL TUBO**

# Esperimento di Thomson

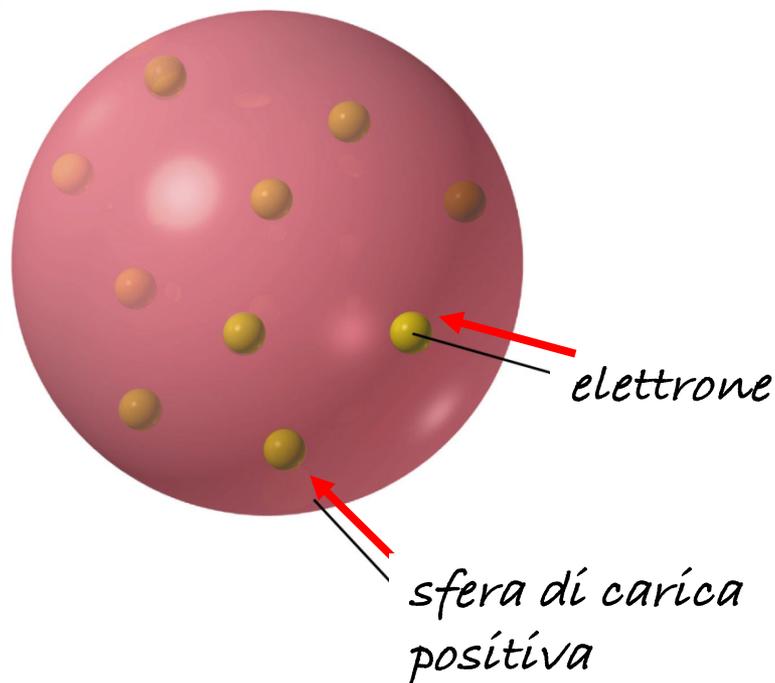
<https://www.youtube.com/watch?v=HUf2cyNztC8>



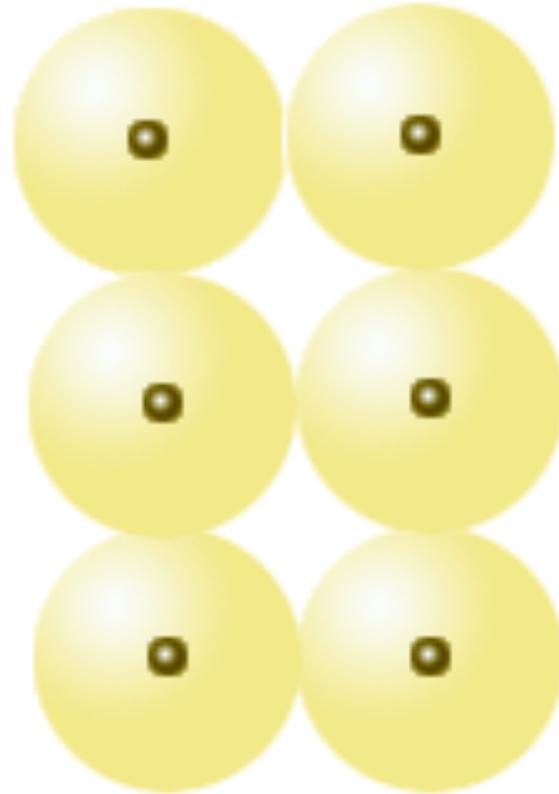
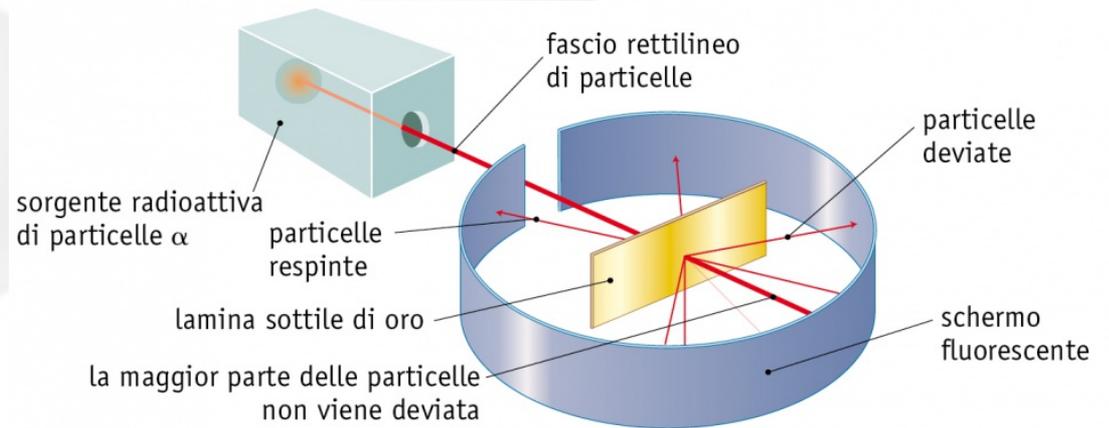
# MODELLO DI THOMSON DETTO ANCHE MODELLO A PANETTONE (1904)

l'atomo è costituito da elettroni disposti in posizioni ordinate all'interno di una sfera carica di elettricità positiva.

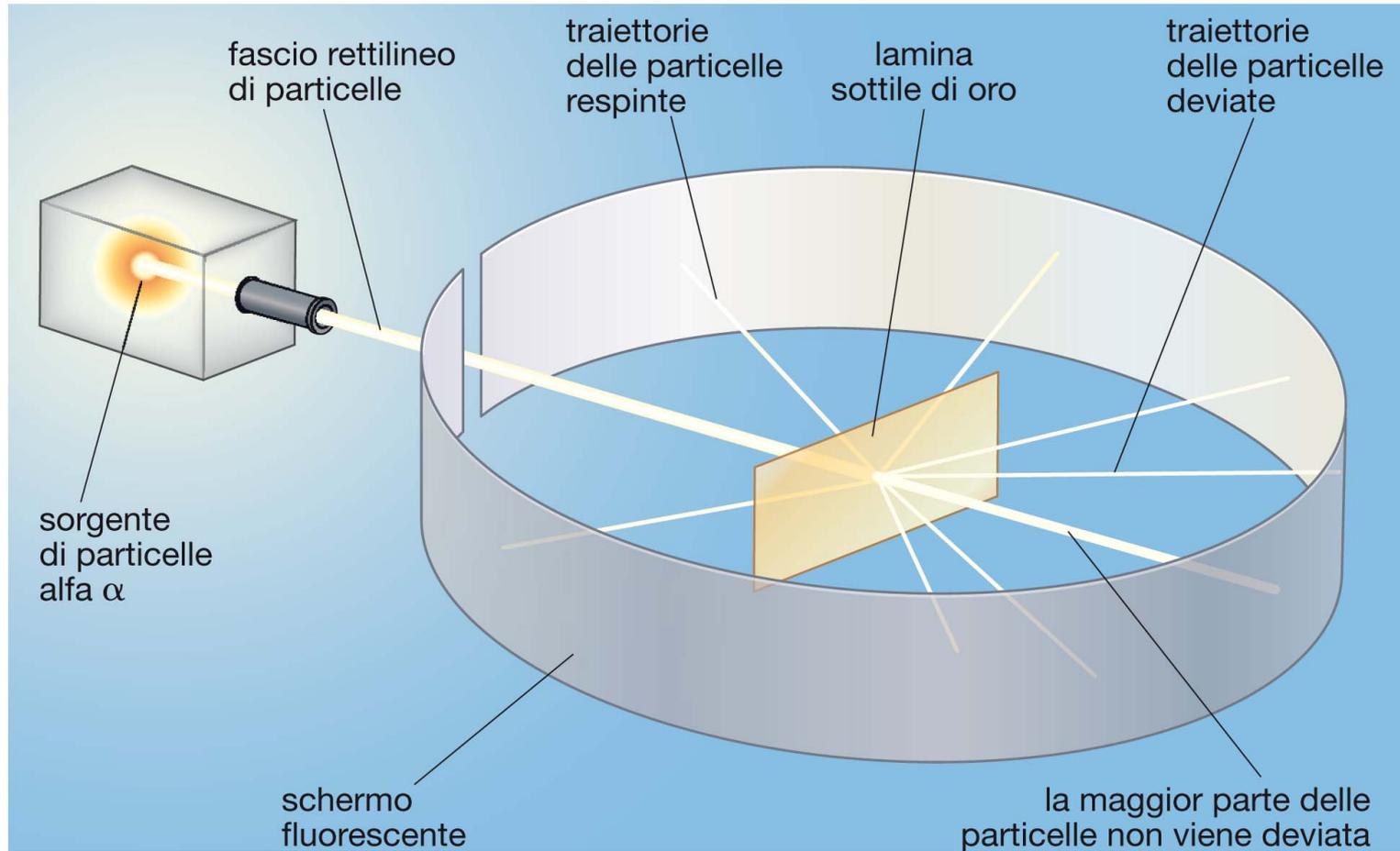
Intuitivamente, questo modello può essere paragonato a un panettone, nel quale i chicchi di uva passa possono rappresentare gli elettroni e la pasta la sfera di carica positiva.



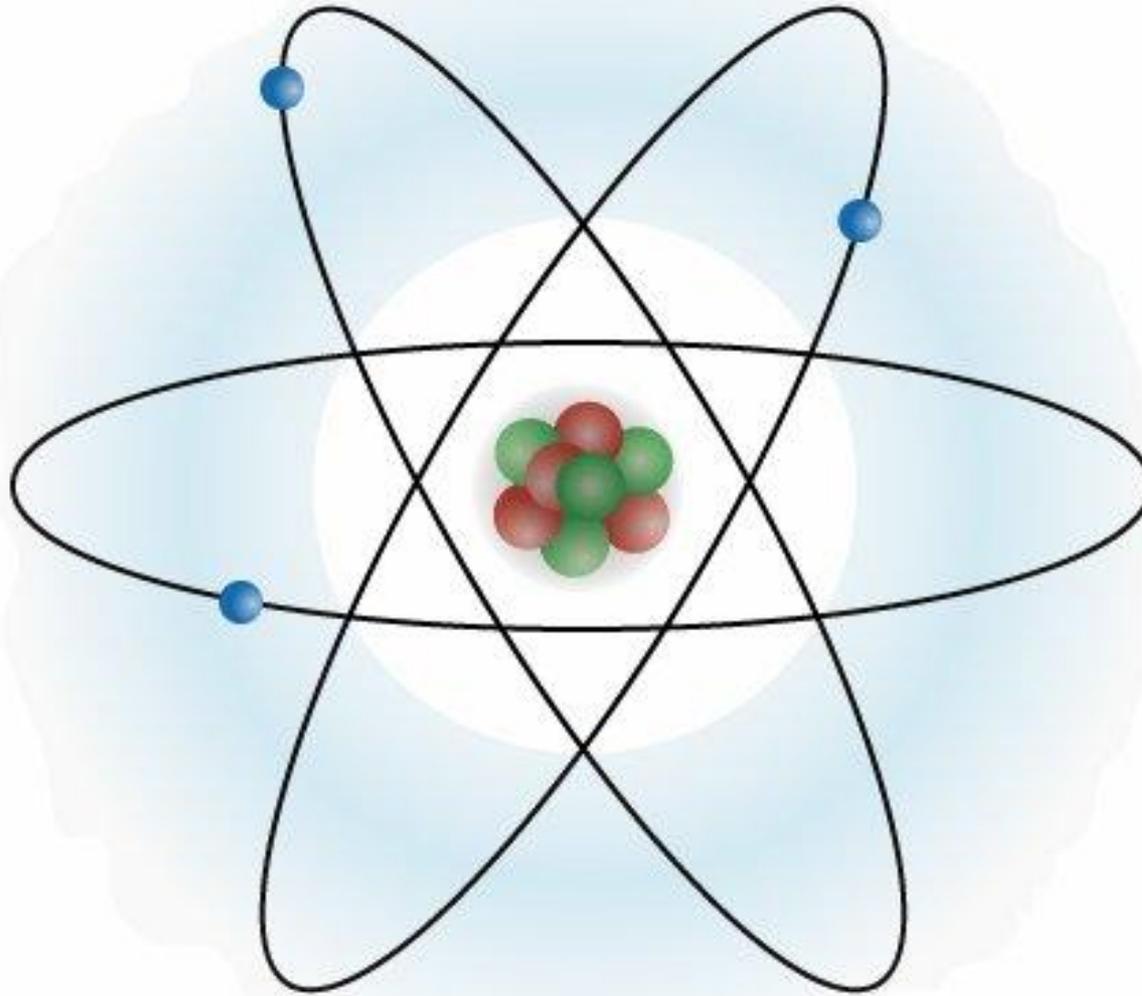
NEL 1911 IL FISICO ERNEST RUTHERFORD, CON I SUOI COLLABORATORI HANS GEIGER ED ERNEST MARSDEN, BOMBARDÒ CON PARTICELLE ALFA (CARICA POSITIVA) UNA LAMINA SOTTILISSIMA D'ORO E POTÉ OSSERVARE CHE, SEBBENE LA MAGGIOR PARTE DELLE PARTICELLE LA ATTRAVERSAVA SENZA ESSERNE DEVIATE, ALCUNE DI ESSE SUBIVANO DEVIAZIONI SENSIBILI E POCHISSIME VENIVANO RESPINTE



# ESPERIMENTO DI RUTHERFORD, GEIGER E MARSDEN LA SCOPERTA DEL NUCLEO



# MODELLO DI RUTHERFORD (detto anche modello planetario)



# Diffusione di Rutherford

Alpha Particles

$1.5 \times 10^{-13} \text{ m}$  (nuclear scale)

Legend

- Proton
- Neutron
- Alpha Particle

Alpha Particle Energy

min max

Traces

Atom

Protons

20 100

Neutrons

20 100

Rutherford Scattering

Rutherford Atom Plus Probing Atom

PhET



SCARICA

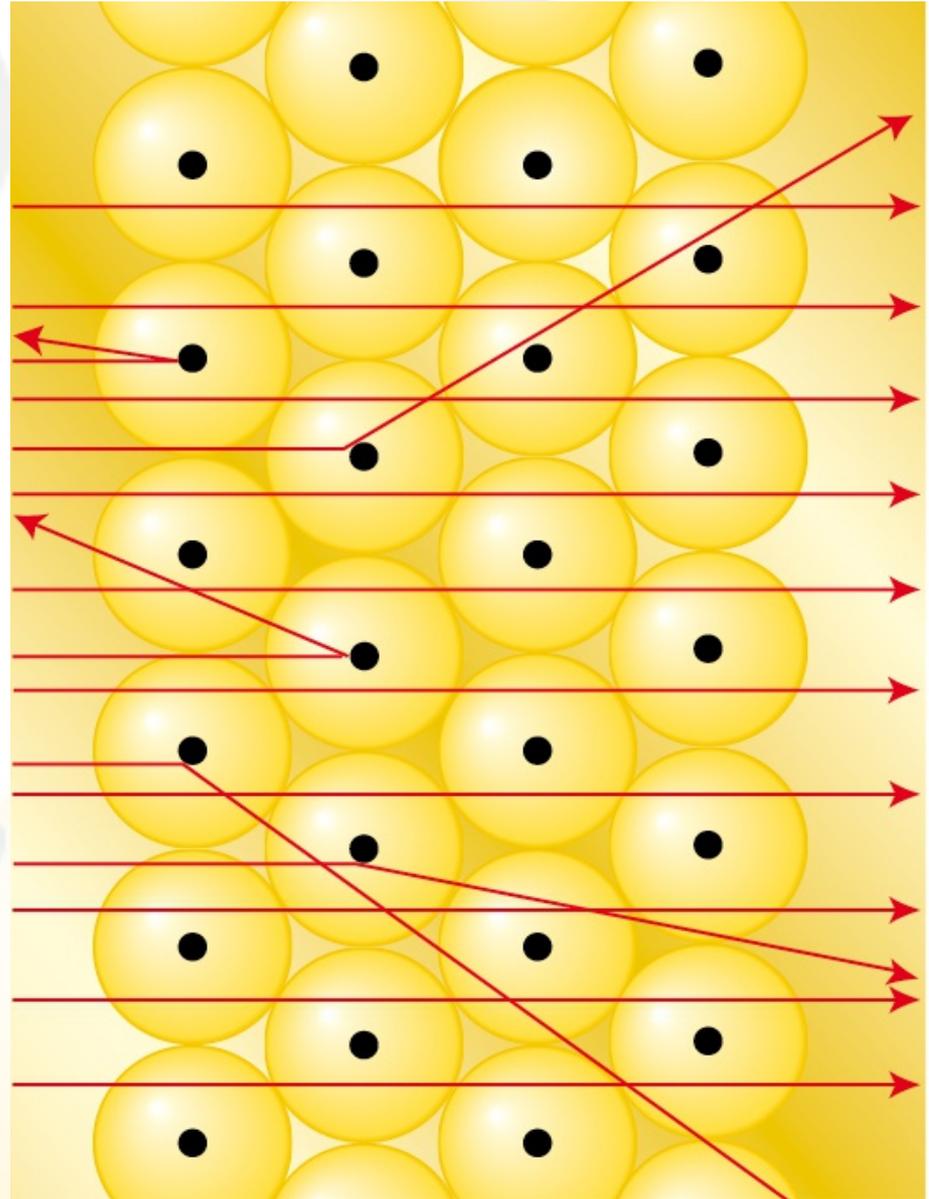


INCORPORA

<https://phet.colorado.edu/it/simulation/rutherford-scattering>

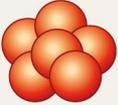
Rutherford DISSE :“Fu l'evento più incredibile di tutta la mia vita. E' come se sparando una cannonata su un foglio di carta velina il proiettile ti rimbalzasse indietro! L'unica possibilità è considerare l'atomo come un sistema in cui quasi tutta la massa è concentrata in un nucleo estremamente piccolo, denso e carico positivamente! »

La maggior parte delle particelle alfa aveva attraversato la lamina d'oro perché gli atomi che la costituivano dovevano presentare una parte molto densa, il nucleo, molto più piccolo (circa 10.000 volte) dell'atomo stesso. Infatti, la gran parte delle particelle alfa che attraversava la lamina non colpiva il nucleo, quelle poche che lo facevano venivano deviate o respinte.



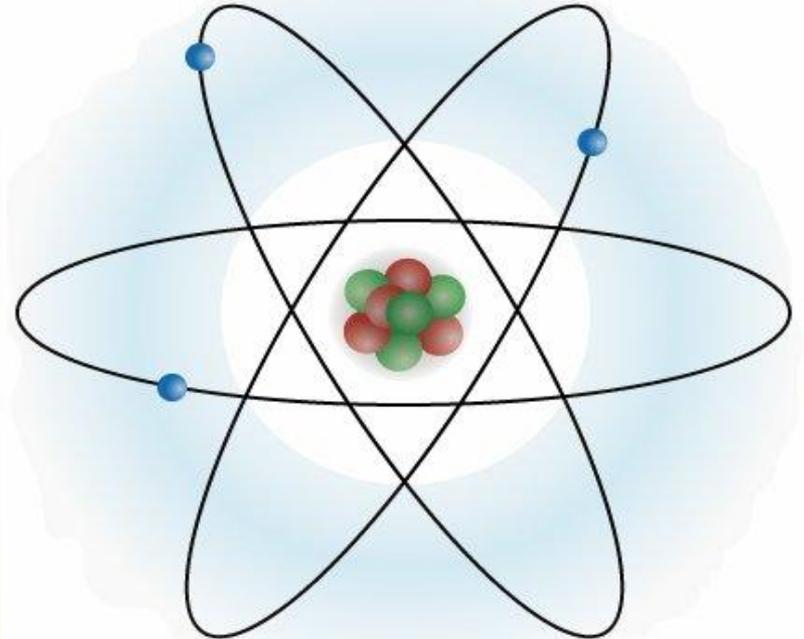
spazio in cui  
ruotano gli elettroni

nucleo  
positivo



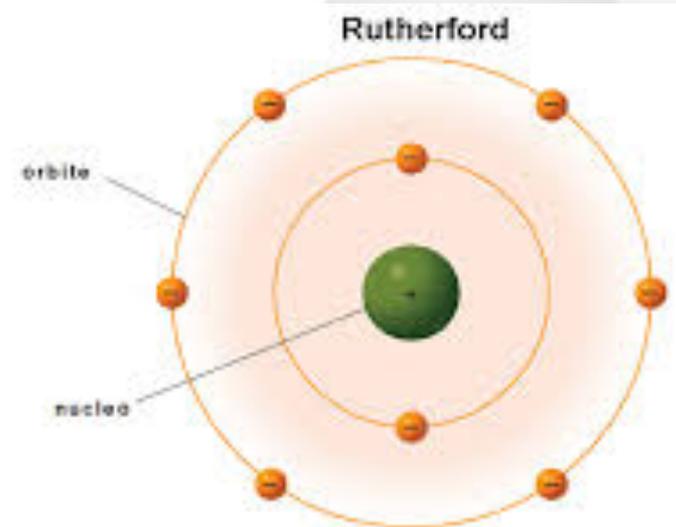
PER SPIEGARE IL RISULTATO,  
RUTHERFORD ELABORÒ UN MODELLO  
DI ATOMO SECONDO IL QUALE LA  
CARICA POSITIVA E LA MAGGIOR PARTE  
DELLA MASSA ERANO CONCENTRATE IN  
UNA MINUSCOLA REGIONE CENTRALE,  
**IL NUCLEO, ATTORNO AL QUALE  
ORBITAVANO GLI ELETTRONI, CON  
CARICA NEGATIVA.**

L'atomo è costituito da un nucleo, nel  
quale sono concentrate la massa e la  
carica positiva, e dagli elettroni che si  
trovano intorno al nucleo e  
occupano la quasi totalità del volume  
dell'atomo



**IL NUCLEO DELL'ATOMO È FORMATO DAI NEUTRONI E DAI PROTONI FORTEMENTE LEGATI TRA LORO. GLI ELETTRONI SI MUOVONO A GRANDISSIMA VELOCITÀ INTORNO AL NUCLEO OCCUPANDO UN VOLUME MOLTO GRANDE RISPETTO A QUELLO DEL NUCLEO.**

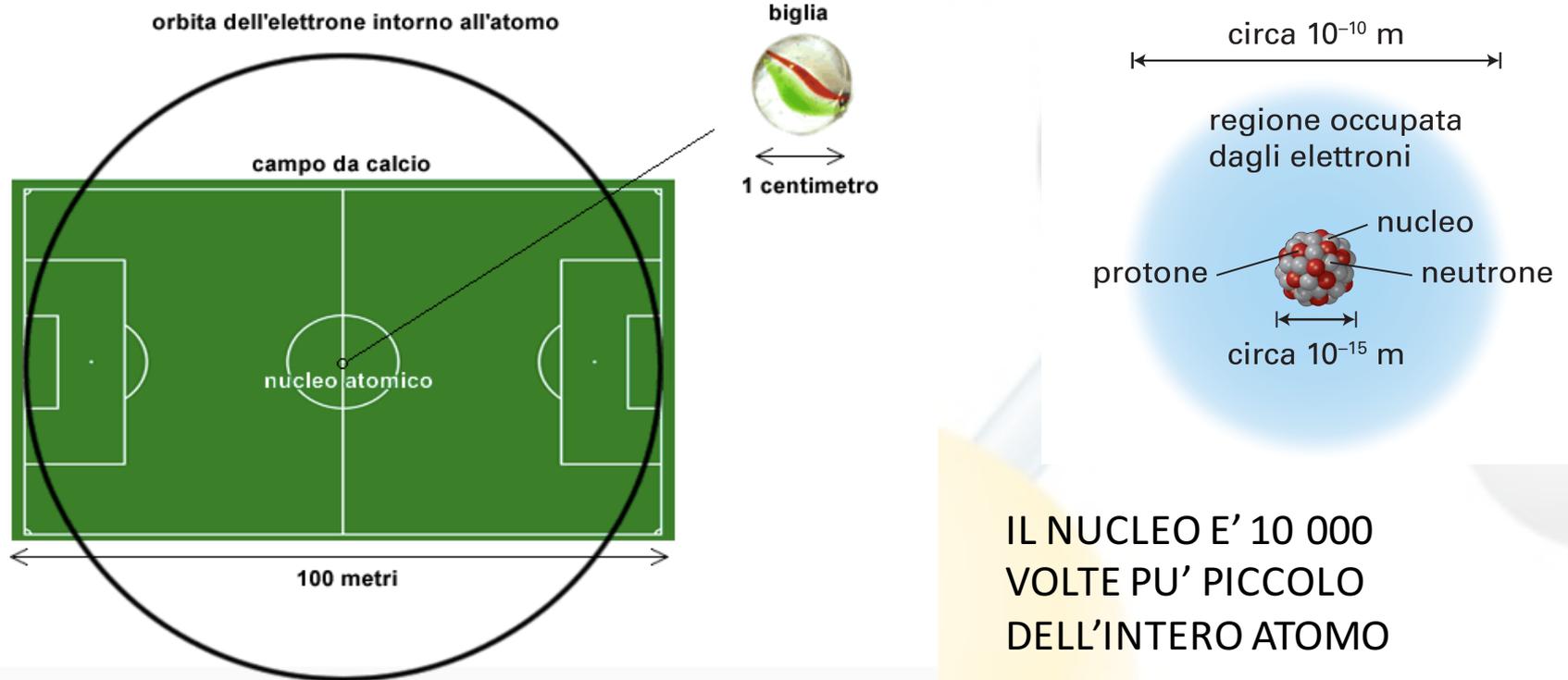
- IL NUCLEO HA UNA CARICA ELETTRICA POSITIVA CONVENZIONALMENTE UGUALE AL NUMERO DEI PROTONI PRESENTI.
- LA MASSA DELL'ATOMO È QUASI TOTALMENTE CONCENTRATA NEL NUCLEO.
- IL VOLUME DELL'ATOMO È STABILITO DALLA NUVOLA DI CARICA NEGATIVA DOVUTA AGLI ELETTRONI IN MOVIMENTO ED È CIRCA UN MILIONE DI MILIARDI PIÙ GRANDE DI QUELLO DEL NUCLEO,



- LA MAGGIOR PARTE DEL VOLUME DELL'ATOMO È COSTITUITA DALLO SPAZIO VUOTO OCCUPATO DAGLI ELETTRONI IN CONTINUO MOVIMENTO

# L'atomo nucleare, dimensioni

- Il nucleo ha un diametro di circa  $10^{-15}$  m.
- Un atomo ha un diametro di circa  $10^{-10}$  m.



IL NUCLEO E' 10 000  
VOLTE PU' PICCOLO  
DELL'INTERO ATOMO

- SE IL NUCLEO FOSSE DELLE DIMENSIONI DI UNA BIGLIA O DI UNA MONETINA L'ATOMO AVREBBE LE DIMENSIONI DI UN CAMPO DA CALCIO