

**Zeitschrift:** Rivista militare della Svizzera italiana  
**Herausgeber:** Lugano : Amministrazione RMSI  
**Band:** 29 (1957)  
**Heft:** 1

**Artikel:** L'energia atomica [seguito]  
**Autor:** Sommaruga, Mario  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-244756>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# L'ENERGIA ATOMICA

*Ing. MARIO SOMMARUGA*

(seguito)

Se, come abbiamo visto, per raggiungere il nucleo atomico ed ottenere che questo liberi la sua energia, occorre colpirlo con un proiettile, rimane da analizzare quali possano essere i proiettili adatti. Risulta chiaro che questi non possono essere più grossi dell'atomo stesso o meglio del suo nucleo, bersaglio che ci interessa. Sarebbe illogico voler colpire un moscerino di uno sciame con una pietra ! I tipi di proiettili dell'ordine di grandezza del nucleo atomico che possiamo avere a disposizione non sono molti. Per tutto quanto precede, ci è facile identificarli a prima vista: atomi, elettroni, protoni, neutroni o tutt'al più glomeruli costituiti dagli stessi in piccolo numero.

Esaminiamo ogni singolo caso.

1) — *Atomi.* L'atomo, soprattutto se è piccolo (idrogeno, elio ad esempio), potrebbe essere un proiettile adatto. Il suo impiego è però tuttavia da escludere per diverse ragioni di capitale importanza. Prescindendo dal fatto che l'atomo, comunque piccolo, è sempre dell'ordine di grandezza del suo più grosso fratello e quindi poco adatto per colpirlo; prescindendo anche dal fatto che non è possibile avere a disposizione un atomo che abbia la velocità sufficiente per poter efficacemente colpire un suo simile, esiste una ragione di ordine generale la quale esclude a priori la possibilità di usare atomi come proiettili. Questa ragione è già stata menzionata più sopra quando si trattava di spiegare la incompenetrabilità o anche la incomprimibilità dei corpi solidi: malgrado l'enorme relativo « vuoto » esistente tra gli atomi di un corpo, esso non può penetrare in un altro od esso stesso non può essere compresso oltre un certo limite per il fatto che l'involucro di elettroni (a carica elettrica negativa) di un atomo agisce con forza

repulsiva su quello (pure negativo) dell'atomo vicino o che tende ad avvicinarsi. L'atomo, comunque piccolo o comunque veloce sia, sarà sempre respinto dall'atomo con cui viene in collisione.

2. — *Elettroni*. Proiettili, sì, molto piccoli, ma anch'essi inutilizzabili per la loro carica negativa la quale non permette loro nemmeno di avvicinarsi all'involturo elettronico dell'atomo che si vorrebbe colpire. Tutt'al più in certi casi essi possono essere assorbiti da detto involucro e convogliati come nuovi « satelliti » nella scia degli altri. Ma ciò, come abbiamo detto, può avvenire in speciali casi che non hanno nulla a vedere per il nostro scopo.

3) — *Protoni* Con i protoni (ricordiamo: particella di massa unitaria e di carica elettrica positiva unitaria) le condizioni cambiano. Anzi, a prima vista, per il nostro scopo sembrerebbero il proiettile ideale. Carico positivamente, non solo non viene respinto dagli elettroni periferici dell'atomo, ma al contrario viene attratto verso di esso perchè cariche elettriche contrarie si attraggono. E' come se noi tirassimo con un proiettile di ferro contro un obiettivo potentemente calamitato. Una bazza ! Anche con puntamento un po' deficiente l'obiettivo verrebbe ugualmente raggiunto.

Bisogna tuttavia tener presente che nel nostro caso l'obiettivo da raggiungere è il nucleo dell'atomo che, come sappiamo, è carico positivamente. Ci troviamo di nuovo di fronte ad un caso analogo al precedente. Con una differenza tuttavia molto rilevante. Se prima il proiettile veniva fermato dall'involturo elettronico dell'atomo ad una relativa grande distanza dal suo nucleo (ricordiamo: circa 10'000 volte il diametro di quest'ultimo), ora il proiettile — il protone — arriva in vicinanza del nucleo stesso. Se la velocità del protone raggiunge un certo limite, è possibile che arrivi a colpire il nucleo anche se le cariche elettriche di segno uguale agiscono in senso contrario. Le prime esperienze in questo senso vennero fatte verso il 1913 per opera di Wilson e da lui proseguite poi, nel dopo guerra (della prima guerra mondiale) con Rutherford, Chadwick ed altri.

\* \* \*

Ci si permetta qui una parentesi che esula un poco dalla linea maestra che ci siamo prefissi, ma che può interessare chi più volesse

seguire i metodi della fisica nucleare. Non solo. Vorremmo inoltre rendere omaggio ad un uomo di scienza che ha saputo creare un apparecchio ingegnosissimo con il quale per la prima volta si è potuto vedere — sebbene indirettamente — queste particelle ultime della materia, si è potuto fissare il loro movimento e creare su basi sperimentali tutta quanta la fisica nucleare teorica e pratica. Vogliamo alludere al prof. C.T.R. Wilson (Londra) di cui già facemmo cenno più sopra ed all'apparecchio da lui ideato che è noto sotto il nome «camera di Wilson». Per comprenderne il funzionamento dobbiamo ricordare un fenomeno della natura a tutti noto: la formazione, cioè, della nebbia o delle nubi. Queste, sono composte di goccioline microscopiche di acqua così piccole per cui basta una minima corrente ascensionale di aria od una certa altra condizione atmosferica affinchè non cadano verso il suolo.

Orbene, la fisica insegna che, ad una data temperatura e ad una data pressione, l'aria tiene disiolta l'acqua sotto forma di vapore (allo stato cioè molecolare quindi invisibile all'occhio) in una certa ben determinata massima percentuale. Diminuendo la temperatura o la pressione la percentuale massima di vapore contenuta nell'aria diminuisce, l'aria diventa soprasatura ed il vapore che non viene più tenuto disiolto si separa sotto forma di quelle gocce microscopiche cui abbiamo accennato. Un esame accurato del fenomeno ha portato ad una constatazione di carattere generale e molto importante. La formazione di queste goccioline è facilitata dalla presenza nell'aria di piccole particelle estranee al «sistema aria/acqua». Generalmente è la presenza del pulviscolo atmosferico che ha questa funzione. Se l'aria satura di vapore fosse purissima, anche se la temperatura o la pressione diminuiscono, almeno entro un certo limite ed un certo tempo, la formazione della nebbia non avrebbe luogo.

Wilson si accorse che, non solo il pulviscolo può provocare la separazione delle gocce di nebbia, ma che anche altre particelle possono servire da centri di condensazione. In particolare trovò che quando le radiazioni ad esempio di un corpo radio-attivo attraversano l'aria, le molecole di azoto e di ossigeno così irradiate perdono momentaneamente uno o due elettroni periferici, rimangono cioè momentaneamente prive di una o due cariche negative quindi caricate

positivamente. Vengono come si dice « ionizzate ». Ebbene, queste molecole allo stato ionizzato fungono da centro di condensazione per il vapore. Wilson costruì allora il suo apparecchio così fatto: un cilindro di metallo, chiuso superiormente con un vetro a tenuta d'aria, viene pure chiuso inferiormente mediante un pistone scorrevole. Nello spazio — camera — lasciato tra la testa del pistone ed il vetro viene immessa dell'aria in presenza di acqua. Dopo un certo tempo l'aria nell'ambiente chiuso in cui si trova si satura del vapore proveniente dall'acqua presente. Orbene, se a questo punto il pistone viene abbassato rapidamente di un certo tratto, la pressione dell'aria rinchiusa si abbassa, l'aria si raffredda e diventa soprasatura di vapore. Se l'aria immessa era purissima, nessuna formazione di nebbia è possibile. Se noi avessimo posto nella camera un pezzetto ad esempio di radio, si noterebbe la formazione di righe di nebbia lungo il percorso delle radiazioni sviluppate. Con questo accorgimento è possibile vedere e fotografare le traiettorie delle particelle provenienti dal radio. In via più generale, Wilson stabilì che qualsiasi particella dell'ordine atomico o subatomico che come radiazione passa nell'aria ha la proprietà di ionizzare gli atomi di quest'ultima in modo che lungo la traiettoria percorsa dalla particella è possibile la condensazione di nebbia. La camera di Wilson è quindi lo strumento indispensabile per ogni determinazione nel regno della fisica atomica.

\* \* \*

Ritorniamo ora al nostro protone che risultava essere la particella più idonea per colpire il nucleo atomico. Rutherford avrebbe ben voluto poter fare le sue prime esperienze di bombardamento atomico con i protoni. Ma dove prenderli ? E come lanciarli alla velocità necessaria ?

Venne in suo aiuto il radio. Già i coniugi Joliot-Curie sapevano che parte almeno delle radiazioni del radio era costituita di particelle particolari che chiamarono « particelle o radiazioni alfa ». Queste risultarono essere un glomerulo di due protoni uniti a due neutroni: per la presenza dei due protoni quindi cariche positivamente. E siccome queste radiazioni provenivano dal radio ad altissima velocità, Rutherford ne approfittò, in mancanza di protoni isolati, per le

sue esperienze. Egli fece giungere « raggi alfa » nella camera di Wilson: abbassò il pistone ed osservò. Ad ogni particella alfa penetrata corrispondeva una scia, una riga, una striscieta rettilinea di nebbia ben visibile. Tra le miriadi di righe osservate, notò che alcune presentavano ad un certo punto una deviazione netta, un angolo. Questa deviazione risultò essere la conseguenza dell'urto diretto della particella alfa relativa contro un atomo dell'aria attraversata. Fatto interessantissimo. Così interessante che permise, applicando le regole degli urti elastici e misurando l'angolo di deviazione e le lunghezze dei tratti, di confermare in pieno le affermazioni ottenute per altra via sul peso degli atomi, sulla massa e la carica della particella alfa considerata.

Sono le stesse regole che empiricamente o intuitivamente usa il giocatore di biliardo per dirigere la palla in una certa direzione dopo l'urto contro la parete. Ma vi fu di più. Rutherford potè inoltre osservare che tra le scie diritte e quelle ad angolo, alcune presentavano una forma a bidente cioè ad Y. Siamo poco dopo la prima guerra mondiale ed è da questo periodo che data uno dei fatti più notevoli della storia della scienza, anzi vorremmo dire il più notevole. L'uomo finalmente è riuscito per la prima volta a varcare la soglia misteriosa e tremenda del nucleo atomico. Infatti che cosa era la traccia ad Y osservata da Rutherford? Nient'altro che il risultato di un urto della particella alfa contro un nucleo atomico con disintegrazione e modificazione di quest'ultimo. Quando la particella alfa ha la fortuna di incontrare veramente in pieno un nucleo, questo la assorbisce e proietta fuori un protone a velocità elevatissima (circa 10'000 Km/sec.). Rutherford si precipitò subito a tavolino e calcolò: velocità della particella alfa, sua massa, angolo di apertura dei due rami della traccia, lunghezza degli stessi. Risultato: il protone « portava fuori » dal nucleo molta più energia di quanto non ne avesse ricevuta il nucleo stesso per l'urto e per l'assorbimento della particella alfa. Il primo atto della disintegrazione artificiale dell'atomo e conseguente liberazione di parte della energia nucleare era compiuto.

Queste casuali disintegrazioni atomiche osservate alla camera di Wilson sebbene enormemente importanti dal punto di vista teorico, non potevano dare risultati pratici diretti perchè la probabilità con cui

una particella alfa colpisce nel giusto modo il nucleo di un atomo è bassissima. Bisognava assolutamente avere dei proiettili più piccoli e più rapidi e si ripensò ai protoni veri e propri. Come ottenerli e soprattutto come ottenerli con la velocità adatta? Ecco che si scoprì il modo di ottenerli. Mediante le scariche elettriche nel vuoto dalla parte del polo negativo si formavano dei raggi costituiti appunto di protoni. Ma troppo lenti. Senonchè Walton e Cockcroft inventarono un acceleratore (il prototipo dei moderni ciclotroni) col quale, sfruttando la carica elettrica del protone, mediante campi elettromagnetici, riuscirono ad imprimere per stadi successivi velocità più elevate.

Ulteriori esperimenti dovuti soprattutto a Lawrence e Blackett (per non citare che due nomi tra i molti) permisero all'apparecchio di raggiungere l'effetto voluto. La camera di accelerazione delle particelle positive alfa o protoni raggiunse il diametro di quasi 5 metri, l'elettromagnete necessario il peso di 5'000 tonnellate. Si riuscì così, ad imprimere alle particelle alfa una velocità cinque volte maggiore di quella ricavata dalla radiazione del radio. Si iniziarono i bombardamenti in grande stile, camera di Wilson alla mano. Si pensi che solo Blackett scattò ben 25'000 fotografie alla camera di Wilson potendo però osservare solo alcune decine di scissioni! L'acceleratore c'era, mà gli effetti erano scarsi. Si cercò di bombardare tutti gli elementi: alluminio, boro, sodio, fosforo... senza ottenere risultati più soddisfacenti. Anzi, per quanto riguarda gli atomi più pesanti, le particelle scagliate rimbalzavano come pallini contro una corazza.

*(continua)*

---