

# UNA NUOVA TEORIA SULLA DUALITA' ONDA-PARTICELLA DELL'ELETTRONE

Dott. Nader Butto

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=102130>

## Sommario

Una teoria che utilizza la forma a vortice dell'elettrone fu presentata al fine di risolvere l'enigma della dualità onda-particella. Convenzioni come "particella" e "onda" furono usate per descrivere il comportamento degli oggetti quantistici come gli elettroni. Il vuoto superfluido ha creato il presupposto per descrivere la struttura di base del vortice e le proprietà dell'elettrone, mentre svariate formule derivate dalle leggi dell'idrodinamica sono state applicate per ricavare la circonferenza del vortice dell'elettrone, il raggio, la velocità angolare e la frequenza angolare, il momento angolare (spin) e il momento magnetico. Un elettrone a forma di vortice spiegava completamente l'associazione tra il momento e l'onda, e le leggi dell'idrodinamica furono essenziali per ricavare l'energia e la frequenza angolare dell'elettrone. In generale un elettrone che si muove in uno spazio possiede moti interni ed esterni. Al fine di ricavare la frequenza angolare di questo moto interno la lunghezza d'onda Compton fu utilizzata per rappresentare la lunghezza di un ciclo del moto interno che equivale alla circonferenza del vortice dell'elettrone. La

frequenza angolare del vortice dell'elettrone fu calcolata per ottenere lo stesso valore secondo la teoria di Planck. Un elettrone a vortice in movimento ha moti interni ed esterni che creano una traiettoria elicoidale tridimensionale. La grandezza della velocità istantanea dell'elettrone è la risultante delle sue velocità interne ed esterne, essendo uguale alla velocità interna ridotta del fattore Lorenz

( la cui essenza è presentata in una dettagliata formulazione). La lunghezza d'onda della traiettoria dell'elica rappresenta la distanza percorsa da una particella lungo il suo asse durante un periodo di rivoluzione attorno all' asse, e risulta la stessa lunghezza d'onda di De Broglie che corrisponde al passo dell'elica della spirale. Formulazioni matematiche furono presentate per dimostrare la relazione tra l' energia del vortice e la sua frequenza angolare e la lunghezza d'onda di De Broglie; inoltre furono differenziate la lunghezza d'onda di Compton e di De Broglie .

## Parole chiave

Vortice Superfluido, lunghezza d'onda Compton, Momento dell'Elettrone, Fattore di Lorenz, Frequenza Angolare.

## Introduzione

La dualità onda- particella è uno dei principi fondamentali della meccanica quantistica ed è direttamente legata a molti dei suoi misteri. Secondo questa teoria luce e materia hanno sia proprietà dell'onda che della particella . L'onda caratteristica di un elettrone implica molti di questi comportamenti da particella, tuttavia la doppia natura della dualità dell'elettrone non permette che possa essere osservato contemporaneamente come onda e come particella. Perciò questa dualità ci indica l'inadeguatezza dei concetti convenzionali, come "onda" e "particella" per descrivere in modo adeguato il comportamento degli oggetti quantistici.

La luce si comporta come un'onda e si muove nello spazio. Tuttavia, come una piccola particella, libera la sua energia una volta raggiunta la sua destinazione. Questo comportamento duale non è limitato alla luce, infatti numerosi esperimenti ne hanno evidenziato l'esistenza nei fotoni, elettroni, neutroni, atomi e dimeri, piccoli cluster di Van der Waals e, più recentemente, nei Fullerene-C60.

L'idea della dualità è radicata in un dibattito sulla natura della luce e della materia che risale al 1600, quando furono proposte teorie concorrenti da Christiaan Huygens e Isaac Newton. Il dilemma tra l'aspetto onda e particella dei vari costituenti della materia e della radiazione sorse tuttavia dopo la scoperta della costante di Planck. L'ipotesi dei quanti di Planck afferma che un quanto di energia è in relazione alla frequenza secondo l'equazione  $E=h\nu$ ; allo stesso tempo l'energia è emessa sotto forma di piccoli pacchetti di energia chiamati quanti, non è quindi un'emissione continua. Nella fisica dei quanti perciò l'onda non è definita - è una sorta di "nuvola" di elettroni che orbitano attorno ad un atomo che non sono "cose" fisiche ma rappresentazioni di probabilità.

Nel 1923 Louis de Broglie propose un'ipotesi in cui affermava che gli elettroni e altri discreti bits di materia, poi concepiti solo come particelle materiali, mantenevano le proprietà delle onde. In pochi anni, l'ipotesi di Broglie fu esaminata nell'esperimento della doppia fenditura che dimostrava che il flusso di elettroni agiva come una luce, confermando la sua intuizione. Nel 1928 Neils Bohr annunciò la comprensione della relazione complementare tra l'aspetto di onda e quello di particella dello stesso fenomeno in quello che è conosciuto come il principio di complementarità argomentando sul fatto che non era necessario usare i termini "onda" e "particella" allo stesso tempo e si negavano domande quali "Che cos'è la luce?" e "cos'è un elettrone?"

Secondo Bohr dobbiamo limitarci a chiedere come le cose si comportano in base a specifici insiemi di circostanze, una soluzione che nega la possibilità di dire qualcosa di significativo sul mondo che non era osservato e, allo stesso tempo, una limitazione che fu completamente inaccettabile per molti fisici incluso Einstein.

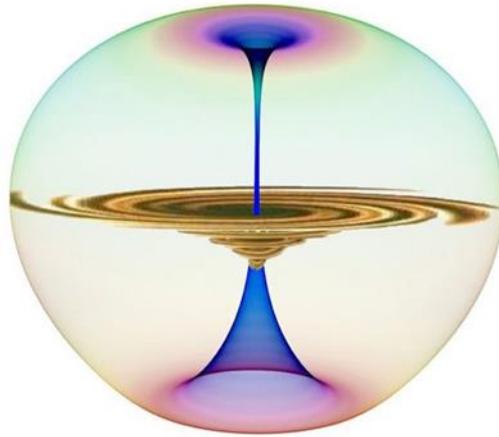
Sulla base di prove sperimentali Einstein fece una proposta indipendente, una sorta di revival della teoria corpuscolare della luce, includendo il concetto del quanto di azione sotto forma di energia o quanti di luce. Nel 1905 prima dimostrò che la luce, prima considerata una forma di onda elettromagnetica, poteva anche essere immaginata come corpuscolare, localizzata in pacchetti di discreta energia. Nella sua teoria di effetto fotoelettrico ha postulato che quando la luce colpisce un oggetto rendendosi visibile rilascia elettroni; se un fotone con energia maggiore dell' elettrone colpisce un solido, allora verrà emesso l' elettrone. L'effetto della teoria fotoelettrica di Einstein ha contribuito largamente alla teoria di Broglie e fu una prova che le onde e le particelle si potevano sovrapporre. Inoltre Le osservazioni di Compton, sul suo effetto Compton (1922) potevano essere spiegate solo se la luce possedeva la dualità onda-particella. In seguito, nel 1927, la natura dell' onda degli elettroni fu verificata sperimentalmente da Clinton Davisson e Lester Germer e indipendentemente da George Paget Thomson.

Il problema della dualità onda- particella rimane irrisolto fino ai nostri giorni. Nella meccanica quantistica un elettrone può apparirci come un'onda o una particella, ciò dipende dal modo in cui viene osservato e principalmente perché è considerato come una nuvola di probabilità. Al momento non ci sono teorie che descrivono la forma o indicano la misura di un elettrone, la sua massa o la sua carica o che qualifichi la particella con un calcolo significativo o la relazione esistente tra l'elettrone come particella o come onda. Per fornire un' adeguata interpretazione e risolvere questo apparente paradosso si presenta una nuova teoria per dimostrare che la dualità onda-particella può essere spiegata

considerando l'onda come la traiettoria di un elettrone in rotazione che si muove nello spazio. Il vuoto viene qui considerato come un superfluido e l'elettrone un vortice irrotazionale di questo fluido. Applicando le leggi dell'idrodinamica, una formula per calcolare la circonferenza del vortice ci dà lo stesso valore della lunghezza d'onda Compton, mentre un'equazione per misurare la frequenza angolare del vortice dimostra che ha la stessa frequenza d'onda dell'elettrone secondo la teoria di Plank. Cioè la realtà fisica locale dell'elettrone come vortice determina i risultati di misure locali.

## 2. Struttura dell'elettrone

Secondo le sperimentazioni e le teorie attuali l'elettrone è un oggetto puntiforme senza struttura, non è fatto di niente altro e la sua intera massa è concentrata nel suo centro senza estensione. Ciò nonostante l'elettrone mostra delle proprietà che normalmente appaiono in strutture estese, cioè il momento angolare (spin), il momento magnetico, e una sorta di oscillazione interna. Nel 1928, quando Paul Dirac presentò la funzione dell'onda dell'elettrone nell'equazione di Dirac, divenne più chiaro che non solo doveva esserci un'oscillazione interna, ma anche una sorta di moto interno alla velocità della luce. Un altro articolo propose la teoria dell'elettrone a forma di vortice dovuta alla condensazione del vuoto ciò fornisce la corretta relazione tra i parametri della massa dell'elettrone, densità, volume, tempo, costante del momento angolare (spin), carica elettrica e momento magnetico. Nella figura 1 è mostrata una semplice rappresentazione dell'elettrone.



**Figure 1.** Rappresentazione artistica del campo magnetico attorno al vortice dell' elettrone.

Nel vortice dell' elettrone, fotoni virtuali fluiscono con movimenti spiraliformi verso il basso nel gambo dell'imbuto a causa del normale gradiente di pressione del centro del vortice e questo agisce lungo l'asse centrale dello spin del vortice. A questo segue il movimento verso l'alto attorno al vortice e ritorna nella parte superiore dell'asse centrale nella bocca del vortice generando il momento magnetico. Il gradiente della pressione magnetica verticale è perpendicolare al gradiente della pressione elettrostatica orizzontale creata dal vortice e agisce lungo l'asse centrale dello spin. Il campo magnetico tridimensionale ha un polo negativo che risucchia l' energia dal vuoto e un polo positivo che la spinge fuori. Inoltre il vortice in rotazione esercita un effetto di rotazione sul campo magnetico, creando due movimenti perpendicolari tra loro. Le forze magnetiche ed elettrostatiche che agiscono diventano interconnesse in circuiti di feedback auto-bilancianti dando grande stabilità alla struttura e alla forma del vortice. Queste sono le due forze che intervengono a generare il movimento e ha creare correnti. Le correnti sono le vie di movimento costituite da particelle di Higgs e attorno ad esse ci sono spazi o fessure attraverso le quali correnti di minore intensità, che comprendono le particelle di Higgs, fluiscono.

Le leggi dell'idrodinamica vengono applicate per descrivere il comportamento di un singolo elettrone nello spazio e per descrivere la sua dinamica di particella a forma di vortice, in accordo con l'ipotesi dell'onda-particella di de Broglie e la teoria di Planck, la sua energia e la frequenza d'onda, la frequenza angolare del vortice e per finire le caratteristiche dell'onda elettromagnetica e il movimento libero degli elettroni nello spazio.

## Il modello del vortice e l'ipotesi di de Broglie.

L'essenza e la relazione fisica tra una particella e un'onda rimane per la fisica un problema non risolto. Louis de Broglie sviluppò un'ipotesi relativa al comportamento duale onda-particella che può essere applicato agli elettroni. Nella sua ipotesi egli applica dapprima l'equazione di Einstein relativa alla materia ed all'energia

$$E=mc^2 \quad (1)$$

Dove  $E$  sta per l'energia della materia,  $m$  la sua massa, e  $c$  la velocità della luce.

Poi procede con la teoria di Planck che afferma che ogni quanto di un'onda possiede una discreta quantità di energia data dall'equazione di Plank

$$E=hf \quad (2)$$

Dove  $E$  rappresenta l'energia,  $h$  la costante di Plank ( $6.62607 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ), e  $f$  la frequenza.

Secondo lui le energie prodotte in entrambe le equazioni potrebbero essere le stesse

$$mc^2=hf \quad (3)$$

Sostituendo  $c/\lambda$  con  $f$ , de Broglie arrivò a un'espressione finale relativa alla lunghezza d'onda  $\lambda$ , e il momento della particella  $mc$  con la velocità della luce

$$mc^2 = hc/\lambda \quad (4)$$

Da cui si possono ricavare due relazioni

$$\lambda = h/mc \quad (5)$$

e

$$h = mc \lambda \quad (6)$$

In questa formula per la lunghezza d'onda de Broglie mette in relazione

$\lambda$  e  $m$  di un onda/particella (13) supponendo che la massa dell'elettrone sia  $m_e = 9.109 \cdot 10^{-31}$  Kg,  $h = 6.63 \cdot 10^{-34}$  e  $c = 2.998 \cdot 10^8$ , allora la lunghezza d'onda sarà  $2.42779 \cdot 10^{-12}$ m, che corrisponde alla lunghezza d'onda Compton.

Tuttavia questa relazione non riesce a spiegare il meccanismo che connette l'onda con la particella. Al contrario l'elettrone raffigurato come un vortice spiega completamente la relazione tra il momento e l'onda. La velocità di rotazione del fluido nel vortice irrotazionale è maggiore nel centro e decresce progressivamente con la distanza dal suo centro finché si esaurisce sul bordo del vortice dove il flusso è laminare e l'attrito nullo. Tuttavia la velocità della rotazione in ogni punto del vortice è la velocità della luce  $c$ .

In idrodinamica, la velocità dell'elemento fluido che passa istantaneamente attraverso un dato punto dello spazio in un vortice di raggio  $r$  è costante nel tempo così il movimento rotatorio o la vorticosità  $\Gamma$  è

$$\Gamma = 2\pi r c, \quad (7)$$

Poiché  $\Gamma m$  è il momento conservato,  $2\pi r c m$  è costante, corrisponde alla costante di Planck

Di conseguenza,

$$\Gamma_e = 2\pi r_e c, \quad (8)$$

$$h = \Gamma_e m_e \quad (9)$$

e

$$\Gamma_e = h/m_e = \text{constant}. \quad (10)$$

Supponendo che la massa dell'elettrone sia  $m_e = 9.109 \cdot 10^{-31}$  g, e la costante di Planck  $6.6262 \cdot 10^{-27}$  Erg s allora  $h/m_e = 7.274$

Da questo valori si può calcolare il raggio dell' elettrone come

$$r_e = r_e / 2\pi c = 3.863509856 \times 10^{-13} \text{ m}^{20}.$$

Se

$$2 \pi r c m = h = m c \lambda \quad (11)$$

allora

$$2\pi r = \lambda \quad (12)$$

Sapendo che il raggio del vortice corrisponde al raggio Compton  $3.86 \cdot 10^{-13}$  m la circonferenza è  $2\pi r = 2.42408 \cdot 10^{-12}$  m che è in accordo con il valore CODATA 2014 per la lunghezza d'onda Compton dell'elettrone  $2.4263102367(11) \cdot 10^{-12}$  m. Possiamo concludere dicendo che la lunghezza d'onda Compton è prodotta da un ciclo di rotazione del vortice dell'elettrone.

#### 4. Frequenza angolare del vortice e frequenza dell'elettrone.

Secondo la teoria di Planck fotoni di frequenza  $f$  producono energia

$$E = h f_e. \quad (13)$$

La frequenza dell'elettrone è equivalente alla frequenza del fotone avendo la stessa energia

$$f_e = E/h, \quad (14)$$

Dove  $f_e = E/h, = 0.511 \text{ MeV}/h = 8.1866 \cdot 10^{-7} \text{ ergs}/h$  quindi  $f_e = 1.2355 \cdot 10^{20} \text{ cycles/s}$ .

Un altro modo per descrivere il vortice è usando la velocità del suo momento angolare, essendo le particelle materiali vortici che condividono proprietà meccaniche simili con le onde. Ogni linea di flusso del vortice ruota attorno al suo asse e i vortici hanno una frequenza di rotazione angolare misurabile che può essere definita nell'unità di tempo (rotazione al secondo).

Perché la velocità di rotazione  $\omega$  del vortice è

$$\omega = c/r = 2\pi f, \quad (15)$$

La frequenza può essere espressa come

$$f = c/2\pi r. \quad (16)$$

assumendo  $v=c=2.889 \cdot 10^8$  e  $2\pi r=2.42408 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ , la frequenza è  $2.998 \cdot 10^8/2.42408 \cdot 10^{-12} = 1.2367 \cdot 10^{20} \text{ cycles/s}$  che coincide con la frequenza dell'elettrone derivata dall'equazione di Planck.

## 5. Relazione tra l'energia del vortice e la sua frequenza.

In idrodinamica la forza  $f$  che muove il vortice è direttamente proporzionale alla pressione che crea il vortice (anche chiamata pressione dinamica  $P_d$ ) e l'area:

$$F = P_d A. \quad (17)$$

La  $P_d$  che rappresenta l'energia cinetica del fluido è data da

$$P_d = 1/2 \rho v^2, \quad (18)$$

Dove  $p$  e  $v=c$  rappresentano la densità e la velocità del fluido, quindi la forza interna del vortice può essere espressa come

$$F = 1/2 \rho c^2 A. \quad (19)$$

L'area del vortice è approssimativamente un cerchio e il suo raggio quando viene allungato causa il raddoppiare del raggio del vortice; quindi  $A=2\pi r^2$  corrisponde a

$$F=\rho c^2 \pi r^2. \quad (20)$$

Se il lato destro dell'equazione viene moltiplicato e diviso per un tempo  $t$  allora

$$F=(\rho c t \pi r^2 c)/t. \quad (21)$$

La quantità  $ct$  è equivalente alla distanza  $L$ ,  $L\pi r^2$  è equivalente al volume  $Q$ ,  $pQ$  è equivalente alla massa  $m$ , e  $1/t$  è equivalente alla frequenza  $f$ .  
Perciò

$$F = mcf. \quad (22)$$

L'energia dell'elettrone che ruota attorno al suo asse è  $E=$  forza  $\cdot$  distanza. Mentre l'elettrone gira a una distanza di  $2\pi r$  in un ciclo.

$$E=2\pi rcmf, \quad (23)$$

Che dà l'energia di riposo al vortice dell'elettrone. Inoltre la frequenza può essere ricavata come

$$f = E/2\pi rcm \quad (24)$$

Da

$$2\pi rcm=h \quad (25)$$

allora

$$f= E/h \quad (26)$$

In questo caso la frequenza indica il numero di passaggi di una singola onda elettromagnetica in un secondo. La costante di Planck è l'energia trovata in un ciclo.

## 6. Flusso degli elettroni liberi nello spazio.

L'ipotesi di de Broglie afferma anche che ogni porzione di energia con una massa a riposo  $m_0$  può associare un periodico fenomeno di frequenza  $f_0$  così che  $hf_0 = m_0c^2$ , dove  $f_0$  è la frequenza della massa a riposo(15).

Egli usò la teoria della Relatività Speciale per ricavare che nella struttura del pacchetto di energia dell'elettrone osservato che si muove con una velocità  $v$ , la sua frequenza è apparentemente ridotta a

$$f = f_0 (1 - v^2/c^2)^{1/2} \quad (27)$$

Dove  $(1 - v^2/c^2)^{1/2}$  è il fattore Lorentz, un fattore in cui, per un oggetto che si muove, tempo, lunghezza e massa relativa cambiano. L'espressione appare in alcune equazioni della Relatività Speciale e nasce nelle derivazioni delle trasformazioni Lorentz. Tuttavia il meccanismo da cui deriva questo fattore non è conosciuto.

Tuttavia se

$$mc^2 = hf_0(1 - v^2/c^2)^{1/2}, \quad f_0 = c/\lambda \quad e \quad mc^2 = (hc/\lambda)(1 - v^2/c^2)^{1/2}, \quad (28)$$

allora

$$\lambda = (h/mc)(1 - v^2/c^2)^{1/2} = h/p, \quad (29)$$

Anche conosciuta come "lunghezza d'onda de Broglie" per una particella che si muove ad una  $v$  rispetto ad un osservatore fisso.(16)

Tuttavia il meccanismo che associa la massa con la frequenza non è spiegato e non è chiara l'origine del fattore Lorenz. L'elettrone come un vortice nello spazio libero non può mai essere fermo, si muoverà

continuamente attorno al suo asse. Al fine di completare un ciclo, il vortice rotante dell'elettrone necessita di compiere una distanza di  $2\pi r$  che equivale a  $ct$  dove  $t$  è il tempo necessario a completare un ciclo e  $c$  la velocità della luce.

Di conseguenza

$$2\pi r = ct$$

Se

$$1/t = f$$

La frequenza dell'elettrone a riposo è

$$f_0 = c/2\pi r$$

Con la circonferenza del vortice dell'elettrone  $2\pi r$  che corrisponde alla lunghezza d'onda Compton  $\lambda$

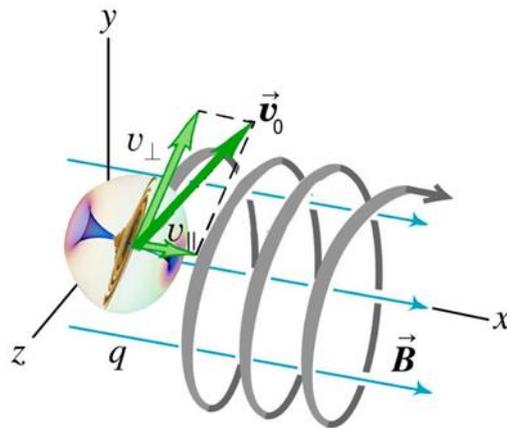
Inoltre, poiché

$$2\pi r cm = h = mc\lambda = mc\lambda, \quad (31)$$

$$\lambda = h/mc \quad (32)$$

Ogni microparticella è dotata di due tipi di moto, uno interno e uno esterno. Un elettrone-vortice che viaggia in uno spazio ha una velocità interna e una esterna. Quella interna  $v_{\perp}$  è su un piano perpendicolare alla velocità parallela esterna  $v_{//}$ . La grandezza della velocità istantanea  $v_0$  dell'elettrone è la risultante delle sue velocità interna ed esterna, che è sempre uguale a  $c$  la velocità della luce nello spazio libero.

Come mostrato nella fig. 2, a causa dell'effetto Magnus, il vortice devia un angolo e ne deriva un vortice con una traiettoria elicoidale tridimensionale.

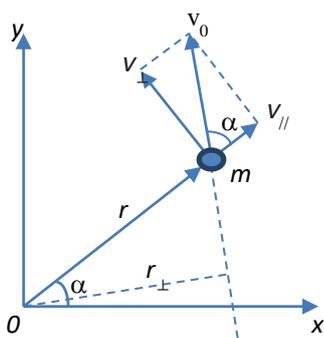


**Figura 2.** Elica tridimensionale della traiettoria del vortice che connette l'onda alla particella.

L'elica può essere considerata come un'onda tridimensionale il cui passo è equivalente alla lunghezza d'onda. Il passo dell'elica è la distanza percorsa dalla particella attorno al suo asse in un periodo di rivoluzione.

La velocità angolare è un vettore la cui grandezza misura la velocità impiegata dal raggio vettore per spazzare un angolo e la cui direzione mostra il principale asse di rotazione.

Così la velocità  $v_0$  di un elettrone di massa  $m$  rispetto ad un punto di origine  $O$  è isolato con funzioni trigonometriche e può essere risolto nelle componenti parallele  $v_{//}$  e perpendicolari  $v_{\perp}$  al raggio vettore  $r$ . Qui  $v_{//}$  è la velocità longitudinale, mentre  $v_{\perp}$  è la velocità di rotazione del vettore attorno al suo asse.



**Figura 3.** Nello spazio tridimensionale, il vettore  $r$  di una particella che si muove è il raggio vettore dall'origine. La velocità angolare è un vettore la cui grandezza misura la velocità impiegata dal raggio per spazzare l'angolo e la cui direzione mostra il principale asse di rotazione ed è dato dalla regola della mano destra.

La rotazione interna del vortice  $v_{\perp}$  è determinata come

$$v_{\perp} = (v_0^2 - v^2)^{1/2}. \quad (33)$$

L'angolo può essere determinato dalla funzione trigonometrica

$$\sin = v_{\perp}/v_0 = (v_0^2 - v^2)^{1/2} / v_0 = ((v_0^2 - v^2) / v_0^2)^{1/2} = (1 - v^2 / v_0^2)^{1/2}. \quad (34)$$

Assumendo  $v_0 = c$  e  $v = v$

$$\sin = (1 - v^2 / c^2)^{1/2}. \quad (35)$$

Che è l'origine del fattore Lorentz.

Anche se la risultante della velocità dell'elettrone rispetto ad un osservatore è data da  $c$ , la sue velocità interna ed esterna secondo l'osservatore sarebbero differenti poiché c'è una velocità  $v$  addizionale tra le strutture.

Il cambiamento della velocità interna  $c$ , dovuta al movimento esterno dell'elettrone è molto piccola per basse velocità esterne. Tuttavia, velocità esterne vicine a " $c$ " provocano cambiamenti significativi nelle velocità interne. Per esempio il vortice dell'elettrone "a riposo", ha una velocità interna " $c$ " rispetto ad un osservatore  $S$ , ma lo stesso elettrone quando viene osservato da un osservatore  $S'$  che si muove con una velocità relativa  $v$  rispetto a  $S$  avremo una velocità interna  $c / (1 - v^2 / c^2)^{1/2}$  che è minore di " $c$ ".

Inoltre il momento angolare può essere considerato come una analogia rotazionale del momento lineare  $p$  che è direttamente proporzionale alla massa  $m$  e alla velocità lineare  $v_0$

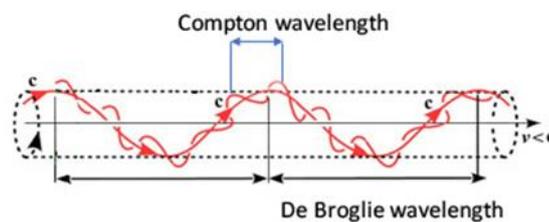
$$p = mv_0. \quad (36)$$

Il momento angolare dell'elettrone dipende dalla sua velocità istantanea  $v_0$  che a sua volta dipende dal movimento interno ridotto del fattore Lorentz come descritto

$$v_0 = v_{\perp} / \sin \dots c / \sin \dots c / (1 - v^2 / c^2)^{\frac{1}{2}}. \quad (39)$$

Dalla relazione  $\lambda = h/p = (h/mv_0)$  col momento angolare, la lunghezza d'onda  $\lambda$  dell'elettrone in movimento può essere espressa come

$$\lambda = (h/m v_0) = (h/mc) / (1 - v^2 / c^2)^{\frac{1}{2}}. \quad (37)$$



**Figura 4.** La lunghezza d'onda Compton è generata da un ciclo o rotazione attorno all'asse dell'elettrone-vortice, mentre la lunghezza d'onda de Broglie è il passo dell'elica generato dal movimento dell'elettrone che si muove nello spazio.

Supponendo che la massa dell'elettrone si muova alla velocità di  $1 \cdot 10^5$  m al secondo,  $\lambda \sim 7.3 \times 10^{-9}$  m, o approssimativamente la misura radiale di un atomo. Questo prova che la lunghezza d'onda de Broglie è completamente differente da quella di Compton, come illustrato nella figura 4.

## 7. Conclusioni.

Le proprietà onda-particella dell'elettrone possono essere accuratamente descritte usando le leggi della meccanica classica di Newton che riesce a mostrare le proprietà dell'onda e della particella simultaneamente.

L'elettrone è trattato come un vortice fluido irrotazionale cioè la sua realtà fisica locale come vortice determina i risultati di misure locali.

Le leggi dell'idrodinamica sono applicate per studiare il comportamento di questo vortice che ha una rotazione interna, momento angolare, velocità

angolare e frequenza angolare. L'elettrone è dotato di un moto interno ed esterno, il primo è un movimento circolare su un piano con un raggio caratteristico della massa dell'elettrone e produce una lunghezza d'onda Compton uguale alla circonferenza dell'elettrone-vortice.

Con la combinazione dei moti interni ed esterni causati dall'effetto Magnus, l'elettrone assume la forma di un'onda tridimensionale raggiungendo un tono equivalente alla lunghezza d'onda de Broglie. La rotazione interna dell'elettrone che viaggia nello spazio, ad una velocità relativamente bassa raggiunge la velocità della luce che viene ridotta del fattore Lorentz quando l'elettrone viaggia ad alte velocità. La grandezza della velocità istantanea della particella è la risultante delle sue velocità interne ed esterne ed è uguale alla velocità interna ridotta del fattore Lorentz.

Perciò la lunghezza d'onda de Broglie rappresenta la lunghezza d'onda di un'elica tridimensionale derivata dall'equazione del momento dell'elettrone mentre la lunghezza d'onda Compton rappresenta la rotazione di un ciclo del moto interno derivato dall'equazione della circonferenza del vortice. A questo proposito la frequenza dell'elettrone che deriva dall'equazione di Planck rappresenta la frequenza angolare della rotazione dell'elettrone-vortice ed ha un valore fisso, mentre la lunghezza d'onda de Broglie rappresenta la frequenza dell'onda elicoidale che è variabile e dipende dalla velocità esterna dell'elettrone.

Postulando una struttura a vortice dell'elettrone con un moto rotazionale interno, sviluppiamo una semplice teoria "fisica" che combinando elegantemente la meccanica con la matematica, può migliorare la nostra comprensione dei misteri della natura, ovvero "super conduttività", "l'effetto tunnel quanto-meccanico" e può spiegare l'esperimento della doppia fenditura.

Sono necessari futuri studi sperimentali per confermare la struttura a vortice dell'elettrone. La struttura dell'elettrone così come l'origine della

sua massa, energia e carica elettrica, verranno discusse separatamente in altri articoli.

## Ringraziamenti

L'autore desidera ringraziare Enago ([www.enago.com](http://www.enago.com)) per la revisione della lingua inglese.

Questa ricerca non riceve specifiche sovvenzioni da agenzie di finanziamento pubblico, privato o no-profit.

## Riferimenti bibliografici

1. Taylor G I 1909 Interference fringes with feeble light Proc. Camb. Philos. Soc. 15 114
2. Davisson C J and Germer L H 1927 Nature 119, 558-60
3. Merkli P G, Missiroli G F and Pozzi G 1976 Am. J. Phys. 44 306
4. Missiroli G F, Pozzi G and Valdr' e U 1981 J. Phys. E 14 649
5. Tonomura A, Endo J, Matsuda T, Kawasaki T and Ezawa H 1989 Am. J. Phys. 57 117
6. Halban H v Jr and Preiswerk P 1936 C.R. Acad. Sci. 203 73-75
7. Estermann I and Stern O 1930 Z. Phys. 61 95-125
8. Schölkopf W and Toennies J P 1994 Nondestructive mass selection of small van der Waals clusters Science 266 1345-48
9. Arndt M, Nairz O, Vos-Andreae J, Keller C, van der Zouw G and Zeilinger A 1999 Wave-particle duality of C60 molecules Nature 401(6754) 680
10. Nairz O, Arndt M and Zeilinger A 2003 Quantum interference experiments with large molecules Am. J. Phys. 71 (no. 4) 319-25

11. Davisson, C. J.; Germer, L. H. (1 April 1928). "Reflection of Electrons by a Crystal of Nickel". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 14 (4): 317-322.
12. R. Feynman, *QED the Strange Theory of Light and Matter*, Penguin, London, 1990, p. 84.
13. L. de Broglie, *Radiations—Ondes et quanta* [Radiation—Waves and quanta]. *Comptes Rendus* (in French), 177 (1923) 507-510, 548.
14. CODATA 2014 value for Compton wavelength for the electron from NIST.
15. de Broglie, L. (1923). "Waves and quanta". *Nature*. 112: 540. Bibcode:1923 Na-tur.112..540D. doi:10.1038/112540a0.
16. L. de Broglie, *Nonlinear wave mechanics: a causal interpretation* (Elsevier, Amsterdam, 1960).



