

Articolo di ricerca

Elettrone: un nuovo modello

Francesco Ferrara

**Docente di fisica presso istituto tecnico statale “M. Orso Corbino”, sito in Partinico (PA),
ricercatore indipendente**

Sito internet: www.proffonlineall.it

Il sottoscritto è autore dei seguenti libri di testo:

1. **Verso la fisica**, edito da Arianna Edizioni: testo destinato al biennio del liceo scientifico, di cui di seguito è riportato il link
https://www.amazon.it/s?k=verso+la+fisica&mk_it_IT=ÅMÅŽÕÑ&ref=nb_sb_noss
2. **Con me stanno buoni**, un libro che presenta un realistico spaccato della scuola di oggi, andando oltre la facciata che la nasconde.
https://www.amazon.it/s?k=con+me+stanno+buoni+francesco+ferrara&mk_it_IT=ÅMÅŽÕÑ&ref=nb_sb_noss
3. **Il danzatore cosmico**, Aracne edizioni, testo di fisica divulgativo
<https://www.youtube.com/watch?v=gTgkX2K1RFE>

1. Introduzione

Il mio nome è Francesco Ferrara, sono un insegnante di fisica, nonché ricercatore indipendente.

Ho sempre manifestato un vivace coinvolgimento nei confronti del sapere, privilegiando un tipo di approccio olistico: i miei interessi spaziano, dalla fisica, all'elettronica, alla medicina, alla filosofia.

La mia attività di ricerca si avvale, per lo più, di fonti non ufficiali, provenienti soprattutto dal mondo della rete, che tendono a promuovere contenuti diversi da quelli ufficialmente accettati. Credo che l'apporto che i ricercatori indipendenti abbiano dato alla scienza, nei settori più disparati, sia degno di nota, poiché tali studiosi sono stati esclusivamente motivati da una sana curiosità, scevra da interessi di tipo economico.

Quando i documenti, di cui in coda sono riportati i link, sono stati sottoposti alla mia attenzione, ho subito intuito l'aspetto innovativo dei loro contenuti. Il nuovo modello di elettrone, proposto dai nostri autori, in perfetta armonia con il principio metodologico del rasoio di Occam, risponde a molte domande, di notevole importanza, seguendo quella più semplice, tra più ipotesi possibili. Una peculiarità del modello è sicuramente la semplicità e l'eleganza formale.

1.1 Unità naturali

Prima di presentare il nuovo modello per l'elettrone, è d'uopo introdurre le unità naturali, un sistema di misura che assume unitarie e adimensionali, la velocità della luce c , la costante di Planck ridotta e la costante $4\pi\epsilon_0$.

Si ha:

$$c = \hbar = 1 \text{ Relazione 1}$$

$$4\pi\epsilon_0 = 1 \text{ Relazione 2}$$

In tale sistema tutte le altre grandezze fisiche hanno come dimensione una potenza positiva, negativa o nulla dell'elettronvolt.

Dichiarazione delle grandezze fisiche del modello e corrispondenza fra unità naturali ed MKSA

Grandezza fisica	Simbolo	Unità nel sistema naturale	Unità nel sistema MKSA
Quantità di moto	p	1 eV	$5.3442883 \times 10^{-28} \frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}}$
Massa dell'elettrone	m_e	510.99906 keV	$9.1093897 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Carica dell'elettrone	e	8.5424546×10^{-2}	$1.60217733 \times 10^{-19} \text{ C}$
Potenziale vettore	A	eV	vsm^{-1}
Raggio dell'anello di corrente a riposo	R_e	$1,9569504 \cdot 10^{-6} / eV$	$0,386159267 \times 10^{-12} \text{ m}$
Raggio classico dell'elettrone	r	$1,42805577 \cdot 10^{-8} / eV$	$2,817940326 \times 10^{-15} \text{ m}$
Raggio di Bohr $\frac{\hbar^2}{me^2}$	a_0	$2.6817268 \times 10^{-4} / eV$	$5.29177249 \times 10^{-11} \text{ m}$
Raggio relativistico dell'anello di corrente	R	eV	m
Tempo impiegato dalla sferetta a compiere un giro completo	T_e	$1 / eV$	s
Pulsazione della sferetta a riposo	ω_e	eV	s^{-1}

Momento angolare dell'elettrone	L	1	\hbar
Tempo	t	1/eV	$6.5821220 \cdot 10^{-16} \text{s}$
Lunghezza	l	1/eV	$1.9732705 \cdot 10^{-7} \text{m}$

Magnetone di Bohr	μ_B	$8.3585815 \cdot 10^{-8}/\text{eV}$	$9.2740154 \cdot 10^{-24} \text{J/T}$
Costante di gravitazione universale	G	$6.70711 \cdot 10^{-57}/\text{eV}^2$	$6.67259 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$
Massa	m	1 eV	$1.7826627 \times 10^{-36} \text{kg}$
Frequenza	ν	1 eV	$1.5192669 \times 10^{15} \text{Hz}$
Energia	E	1 eV	$1.6021773 \times 10^{-19} \text{J}$
Conducibilità	σ	1 eV	$1.6904124 \times 10^5 \text{S/m}$
Energy 1 electron volt	eV	1 eV	$1.60217733 \times 10^{-19} \text{J}$
Corrente	I	1 eV	2.8494561 mA
Potenziale	ϕ	1 eV	85.424546 mV
Rydberg energy, $\frac{e^2}{2a_0}$	ERyd	13.605698 eV	$2.1798741 \times 10^{-18} \text{J}$
Hartree energy, $\frac{e^2}{a_0}$	Eh	27.211396 eV	$4.3597482 \times 10^{-18} \text{J}$
Potenza	P	1eV^2	0.24341350 mW
Campo elettrico	E	1eV^2	432.90844 V/mm
Induzione magnetica	B	1eV^2	1.4440271 mT
Magnetizzazione	M	1eV^2	$1.4440271 \times 10^4 \text{A/m}$
Densità di corrente	J	1eV^3	$7.3179379 \times 10^{10} \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$
Massa del protone	m_p	938.27234 MeV	$1.6726231 \cdot 10^{-27} \text{kg}$
Massa del neutrone	m_n	939.56563 MeV	$1.6749286 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

Permeabilità magnetica nel vuoto	μ_0	4π	$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$
Costante dielettrica del vuoto	ϵ_0	$\frac{1}{4\pi}$	$8.854187817 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$

2. Presentazione del modello

I nostri autori presentano un modello che consiste in una sferetta avente le seguenti peculiarità:

1. È priva di massa
2. Ha un raggio pari al raggio classico dell'elettrone ($r \cong 2,82 \cdot 10^{-15} m$)
3. Possiede una carica pari alla carica classica dell'elettrone
4. Ruota, ad una velocità pari a quella della luce, lungo una circonferenza, il cui raggio è pari alla lunghezza d'onda di Compton ridotta, ($R_e \cong 0,386 \cdot 10^{-12} m$), descrivendo, quindi, un anello di corrente.
5. Il sistema possiede una quantità di moto di natura elettromagnetica, data dal prodotto del potenziale vettore "A", per la carica dell'elettrone "e", $\vec{p} = e\vec{A}$.

3. La massa del modello

Una domanda è legittima: "Com'è possibile che una sferetta priva di massa che ruota lungo una circonferenza di lunghezza pari alla lunghezza d'onda di Compton, possieda una quantità di moto?"

È semplice dare una risposta, dopo avere introdotto il concetto di potenziale vettore \vec{A} .

Allo stesso modo in cui un elemento di carica genera un potenziale scalare, la cui derivata nello spazio permette di calcolare il campo elettrico, generato dalla stessa carica, così, un elemento di corrente genera un campo vettoriale, detto "potenziale vettore" ed indicato col simbolo " \vec{A} ", la cui derivata nel tempo rappresenta il campo elettrico generato dallo stesso elemento di corrente.

Il prodotto della carica "e", per il potenziale vettore " \vec{A} ", "visto" dalla carica stessa, ha le dimensioni di una quantità di moto. Infatti, una semplice analisi dimensionale ci consente di pervenire a questa conclusione. Il potenziale vettore ha le dimensioni fisiche di un campo elettrico per un tempo, si ha allora: $[eA] = [eEt] = [Ft] = [P]$, un campo elettrico per una carica dà luogo ad una forza, ed infine, una forza per un tempo dà luogo ad una quantità di moto.

Il modello possiede, quindi, una quantità di moto, di natura puramente elettromagnetica.

È quasi spontaneo associare al modello una massa a riposo m_e , assumendo come postulato, la relazione:

$$e\vec{A} = m\vec{c}. \text{ Relazione 3}$$

4. Le equazioni di Einstein, di Planck ed il modello

Focalizziamo, adesso, la nostra attenzione su due importanti relazioni: una, quella del fisico Planck, padre della meccanica quantistica, che ha risolto l'annoso problema del diagramma di radiazione di un corpo nero, introducendo il concetto di quanto di luce, l'altra, quella di Einstein, che esprime il concetto che massa ed energia siano due manifestazioni della stessa entità.

$$E = h\nu = \hbar\omega \quad \text{Relazione 4}$$

$$E = mc^2 \quad \text{Relazione 5}$$

La prima relazione associa l'energia ad una pulsazione angolare, in particolare alla pulsazione angolare di un'onda elettromagnetica. Un'onda elettromagnetica si comporta come un gas di fotoni, la cui energia è direttamente proporzionale alla pulsazione della radiazione stessa.

La seconda relazione lega intimamente energia e massa.

Le relazioni 4 e 5, quantunque non avessero significato, ipotizzando il modello di elettrone come carica puntiforme, possono essere applicate al nuovo modello di elettrone, per il quale è stata definita una pulsazione ed al quale è stata associata una massa.

Così, applicando al modello le equazioni 4 e 5 e rifacendosi al sistema delle unità naturali si ha:

$$\left[m_e = \omega_e = \frac{1}{R_e} \right]_{NU} \quad \text{Relazione 6}$$

La relazione 6 è di notevole eleganza formale e di notevole chiarezza, in quanto conferisce un significato fisico immediato alla massa: nelle unità naturali di misura, quest'ultima rappresenta proprio la pulsazione angolare della sferetta carica rotante e, al tempo stesso, l'inverso del suo raggio di curvatura.

La fisica ha sempre dato una definizione ambigua massa.

Infatti, in base alla seconda legge della dinamica, la massa è definita dal rapporto fra la forza applicata a un corpo e la sua accelerazione. A sua volta, però, la forza è definita come una grandezza fisica che ha attitudine a variare lo stato di quiete o di moto, di un corpo dotato di *massa*. In altre parole, è usato il concetto di forza per definire il concetto di massa, ma successivamente è usato il concetto di massa per definire quello di forza. Quanto detto costituisce una vera e propria tautologia, che per anni, in quanto insegnante di fisica, mi ha lasciato diverse perplessità.

Nel modello dei nostri ricercatori, la massa dell'elettrone è comunque una proprietà distintiva della particella, ma si evince dal modello stesso, non è conferita a priori, "*sic et simpliciter*".

Considerando, adesso, il raggio dell'anello di corrente, in unità naturali, è possibile calcolare la massa dell'elettrone. Si ha:

$$m_e = \frac{1}{R_e} = \frac{1}{1,9569504 \cdot 10^{-6}/eV} \cong 510,99 \text{ KeV}$$

Tale valore di massa è quello accettato per l'elettrone. Nell'unità del sistema MKSA, si ha inoltre:

$$m_e = \frac{\hbar}{R_e c} \cong$$

$$\cong \frac{1.054\,571\,726 \times 10^{-34} \text{ J s}}{0,386159268 \times 10^{-12} \text{ m} \times 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}} \cong$$

$$\cong 9.109382909 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

5. Massa e raggio relativistici

L'elettrone a riposo è una sferetta avente raggio r , pari al raggio classico dell'elettrone, che ruota alla velocità della luce, lungo una circonferenza, la cui lunghezza è uguale alla lunghezza d'onda di Compton.

Fissiamo, adesso, un sistema di riferimento cartesiano "Oxyz", in cui il piano "Oxy" contiene l'anello di corrente a riposo.

Immaginiamo che la sferetta abbia una velocità lungo z , $v_z \neq 0$.

In questa situazione essa descriverà una traiettoria elicoidale, il raggio dell'elica sarà tanto minore, quanto maggiore sarà la velocità lungo z .

La velocità totale della sferetta, quando si muove anche lungo l'asse z , dovrà, comunque, essere minore rispetto a quella della luce. Lo spostamento complessivo della sferetta, in un periodo T_e , somma, vettoriale, di uno spostamento lungo il piano xy ed uno spostamento lungo z , dovrà essere uguale allo spostamento descritto, dalla stessa sferetta, a riposo, quando la sua velocità lungo z è nulla.

Si ha allora:

$$(2\pi R_e)^2 = (2\pi R)^2 + (V_z T_e)^2 \text{ Relazione 7}$$

$$\text{Dove } T_e = \frac{2\pi}{\omega_e} = 2\pi R_e \text{ Relazione 8}$$

Si ha:

$$(2\pi R_e)^2 = (2\pi R)^2 + (V_z 2\pi R_e)^2 \text{ Relazione 9}$$

Risolvendo rispetto a R , si ha:

$$R = R_e \sqrt{1 - v_z^2} \text{ Relazione 10}$$

La relazione 10 è significativa: se la velocità lungo l'asse z tende ad essere uguale a quella della luce, il raggio dell'elica si contrae, mentre, l'elica stessa, simile ad una molla, si allunga.

**Zitterbewegung trajectories at different speeds:
 $v/c = 0, 0.43, 0.86, 0.98$**

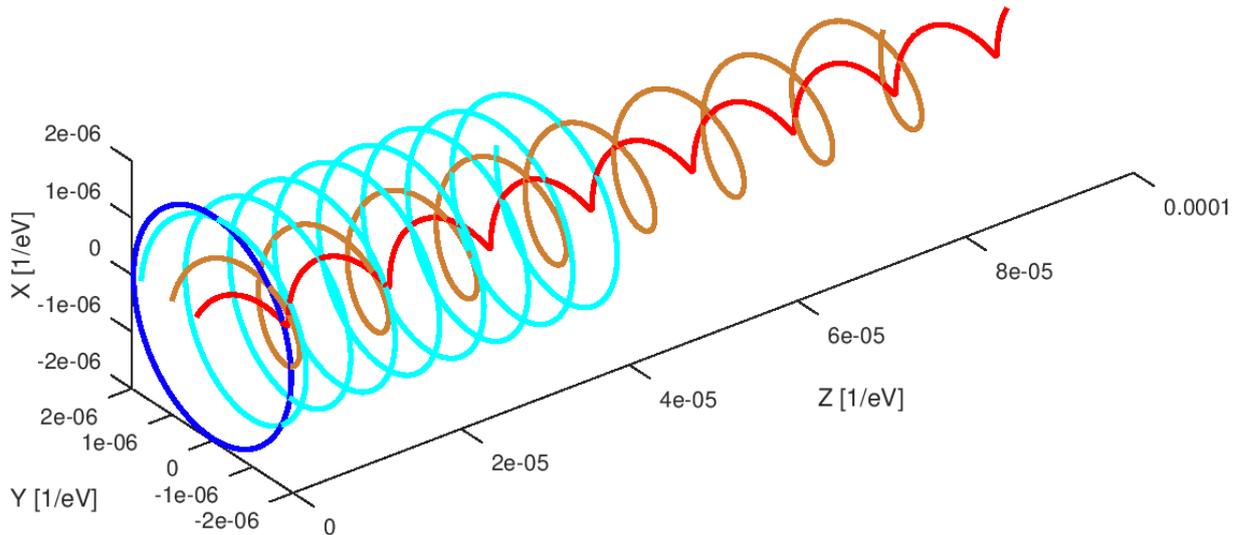


Figura 1

La figura 1 mostra quattro distinte situazioni: il cerchio in blu è descritto dalla sferetta carica, che gira alla velocità della luce, ma che ha una velocità nulla lungo l'asse z. Nel percorso elicoidale di colore celeste, la velocità v_z è pari al 43% rispetto a quella della luce, nell'elicoide di colore arancio, la velocità lungo z è pari all'86% rispetto a quella della luce e, infine, nel percorso elicoidale in rosso, è pari al 98% rispetto alla velocità della luce.

È importante sottolineare che il disegno non è realizzato in scala, l'asse z è contratto, altrimenti le eliche sarebbero state molto più estese lungo l'asse z.

Nelle unità naturali si ha:

$$R_e = \frac{1}{m_e} \text{ Relazione 11}$$

e ancora:

$$R = \frac{1}{m} \text{ Relazione 12}$$

$$R = R_e \sqrt{1 - v_z^2} \text{ Relazione 13}$$

Sostituendo le relazioni 11 e 12 nella relazione 13 e risolvendo rispetto ad “m” si ha:

$$m = \frac{m_e}{\sqrt{1-v_z^2}} \text{ Relazione 14}$$

La relazione 14 testimonia che, al tendere di v_z ad uno, la quantità a denominatore tende a zero e la massa dell’elettrone tende ad infinito, in accordo con la relatività ristretta di Einstein.

Quando v_z ad uno, nelle unità naturali, la velocità v_z tende a c nelle unità MKSA.

Il tentativo di conferire all’elettrone una velocità lungo z, che tenda a quella della luce, produce come effetto un aumento all’infinito della sua massa.

6. Il momento angolare e lo spin

Per calcolare il momento angolare del modello “elettrone”, applichiamo la relazione:

$$L = m_e R_e c \text{ Relazione 15}$$

Sostituendo al posto delle grandezze presenti nella relazione 15, i corrispondenti valori CODATA, si ha:

$$\begin{aligned} L &= m_e R_e c \cong 9.1093897 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 0,3861593 \cdot 10^{-12} \text{ m} \cdot 2.99792458 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ &\cong 1,0545726 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cong \hbar \end{aligned}$$

$$m_e R_e c \cong \hbar \text{ Relazione 16}$$

Il valore ottenuto per il momento angolare è pari proprio alla costante di Planck ridotta.

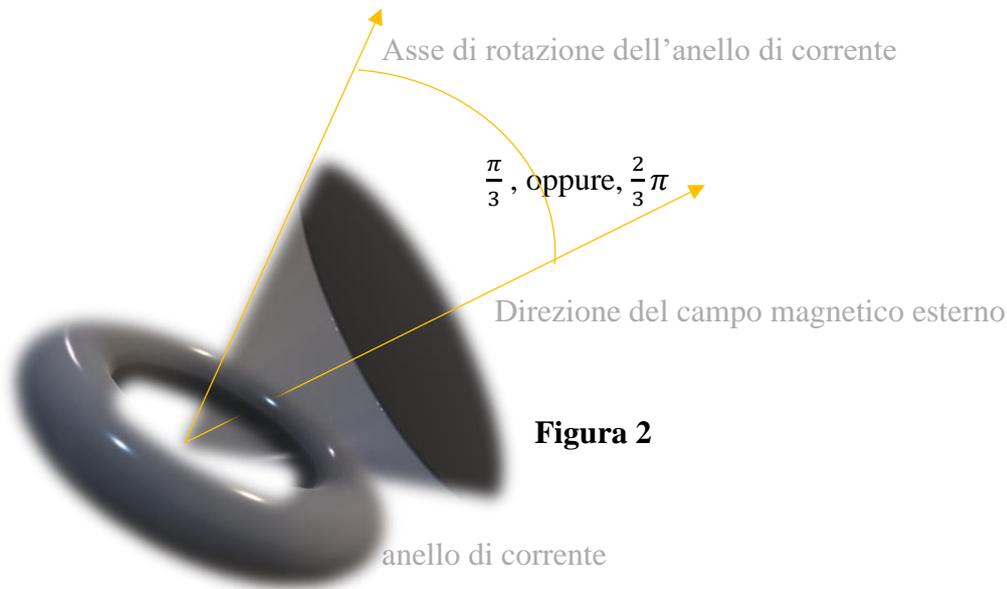


Figura 2

Semberebbe esserci una discrepanza, fra il risultato del momento angolare ottenuto ed il valore dello spin comunemente accettato per un elettrone, pari alla metà della costante di Planck ridotta $+\hbar/2$ oppure $-\hbar/2$.

Bisogna, tuttavia, precisare che l'anello di corrente, si comporta nei confronti di un campo magnetico applicato dall'esterno, come un giroscopio classico, che, com'è noto, si allineerà col campo magnetico, in un tempo idealmente infinito.

L'asse del giroscopio compirà, di fatto, un moto di precessione, rispetto alla direzione del campo magnetico imposto dall'esterno (vedi figura 2).

L'unica differenza fra l'anello di corrente, costituente il nostro modello, ed un giroscopio classico, se data dall'angolo formato fra l'asse di rotazione dell'anello ed il campo esterno, che, nel modello dei nostri fisici, è quantizzato e può assumere i seguenti valori: $\frac{\pi}{3}$ e $\frac{2}{3}\pi$.

Lo spin dell'elettrone si ottiene proiettando il vettore momento angolare, lungo la direzione del campo esterno. Si ha:

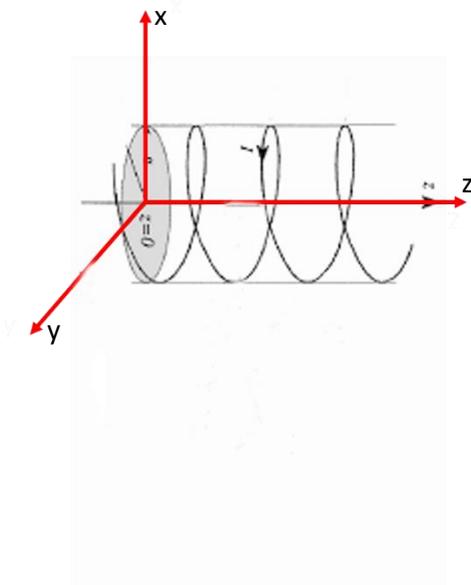
$$|\uparrow\rangle = \hbar \cos \frac{\pi}{3} = \frac{\hbar}{2} \text{ Relazione 17}$$

$$|\downarrow\rangle = \hbar \cos \frac{2\pi}{3} = -\frac{\hbar}{2} \text{ Relazione 18}$$

7. Il modello e la legge fondamentale della dinamica

La legge di Newton può essere facilmente spiegata dal modello.

Si consideri un sistema di riferimento formato da tre assi cartesiani ortogonali Oxyz ed il percorso elicoidale disegnato dalla sferetta carica, quando quest'ultima possiede una velocità lungo l'asse z, diversa da zero.



Si consideri l'equazione che caratterizza il modello:

$$e\vec{A} = m\vec{c} \text{ Relazione 19}$$

Poiché si tratta di un'equazione vettoriale è possibile scriverla lungo l'asse z, si ha:

$$eA_z = mv_z \text{ Relazione 20}$$

Derivando, rispetto al tempo entrambi i membri della relazione 20, si ha:

$$e \frac{dA_z}{dt} = m \frac{dv_z}{dt} \text{ Relazione 21}$$

È noto che il potenziale vettore è un oggetto matematico, la cui derivata rispetto al tempo dà luogo al campo elettrico. Si ha:

$$eE = m \frac{dv_z}{dt} \text{ Relazione 22}$$

Considerando che il prodotto del campo elettrico per una carica dà luogo ad una forza e che la derivata rispetto al tempo della velocità lungo z, rappresenta l'accelerazione lungo z, si ha:

$$F = m \frac{dv_z}{dt} \text{ Relazione 23}$$

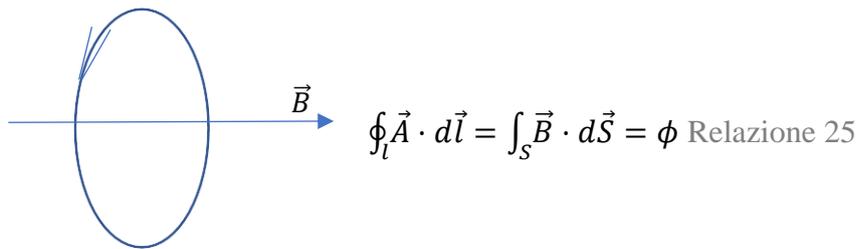
E ancora:

$$F = ma_z \text{ Relazione 24}$$

L'ultima relazione rappresenta proprio la legge fondamentale della dinamica.

8. Alla carica elementare è sempre associato un flusso magnetico quantizzato, dato dalla seguente relazione $\phi = \frac{h}{e}$

Data la linea chiusa di corrente del nostro modello, che genera un potenziale vettore \vec{A} , la circuitazione lungo tale linea del potenziale vettore è uguale al flusso lungo una superficie che ha come contorni tale linea del campo magnetico \vec{B} . Si ha:



Nel nostro caso si ha:

$$eA = mc \text{ Relazione 26}$$

$$\text{Segue: } A = \frac{mc}{e} \text{ Relazione 27}$$

e ancora:

$$\phi = \oint_l \vec{A} \cdot d\vec{l} = \frac{mc}{e} \oint dl = \frac{mc}{e} \cdot 2\pi R_e = \frac{2\pi\hbar}{e} = \frac{h}{e} \text{ Relazione 28}$$

In ultima analisi si ha:

$$\phi = \frac{h}{e} \text{ Relazione 29}$$

9. Principio d'indeterminazione

Definiamo il seguente fattore:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2}} \text{ Relazione 19}$$

È possibile scrivere le relazioni della massa relativistica, della pulsazione relativistica e del raggio relativistico, alla luce di quest'ultima definizione, nel seguente modo:

$$\omega = \omega_e \gamma \text{ Relazione 20}$$

$$m = \gamma m_e \text{ Relazione 21}$$

$$R = \frac{R_e}{\gamma} \text{ Relazione 22}$$

Calcoliamo il prodotto “ ωR ”, sostituendo al posto di R , l’espressione data dalla relazione 22 ed al posto di ω l’espressione data dalla relazione 20.

Si ha:

$$\omega R = \omega_e \gamma \frac{R_e}{\gamma} = \omega_e R_e \text{ Relazione 23}$$

$$\omega R = \omega_e R_e \text{ Relazione 24}$$

$$\text{Poiché si ha } [\omega_e = \frac{1}{R_e}]_{NU} \text{ Relazione 25}$$

$$\text{Si ha: } \omega_e R_e = 1 \text{ Relazione 26}$$

e ancora:

$$\omega R = 1 \text{ Relazione 27}$$

La relazione 27 ha notevole importanza, poiché, rappresenta un principio di indeterminazione, simile a quello di Heisenberg.

Nell’ipotesi in cui aumentiamo la velocità dell’elettrone, si avrà una diminuzione del raggio dell’elica, ma, dalla relazione 27, si evince che la pulsazione della sferetta aumenterebbe a infinito.

Se diminuissimo il raggio dell’elica e “*costringessimo*” la sferetta a muoversi come una particella puntiforme, lungo l’asse z , otterremmo, come effetto, una pulsazione che tenderebbe ad infinito. La pulsazione, nelle unità naturali di misura, è altresì, uguale alla massa.

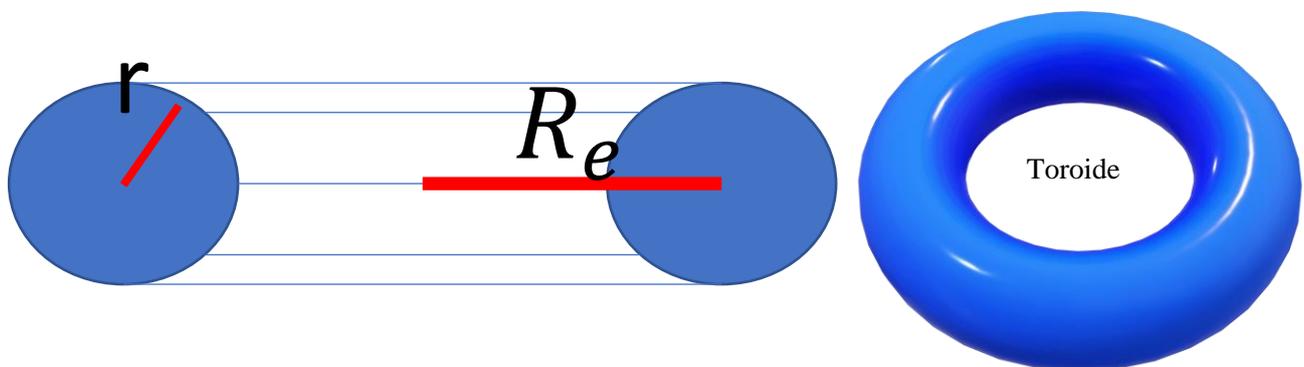
In definitiva, se provassimo a conferire all'elettrone, un comportamento da carica puntiforme, quest'ultimo tenderebbe ad avere una massa infinita.

Inoltre, tale principio d'indeterminazione ha un'immediata interpretazione geometrica: se diminuissimo il raggio dell'elica, il modello tenderebbe sempre più ad assomigliare ad una carica puntiforme che si muove lungo l'asse z, tuttavia la sua velocità angolare aumenterebbe: localizzare con certezza la particella confinandola lungo l'asse z, produrrebbe delle difficoltà nel misurare la sua pulsazione angolare che diverrebbe molto elevata. Ancora, è opportuno sottolineare che, la diminuzione del raggio dell'elica e quindi una localizzazione spaziale più accurata della sferetta carica, comporterebbe una velocità v_z che tende a quella della luce: saremmo in grado di conoscere più accuratamente la posizione della sferetta ma avremmo difficoltà a misurare con un errore arbitrariamente piccolo, la velocità di quest'ultima, che sarebbe molto elevata e prossima a quella della luce.

10. L'elettrone in seno all'atomo

Vogliamo scoprire se l'approssimazione dell'elettrone, di carica puntiforme, nell'atomo, sia plausibile.

A tale scopo consideriamo che il modello di cui ci siamo occupati, composto da una carica priva di massa, avente raggio pari al raggio classico dell'elettrone, ruotando lungo una circonferenza, forma una figura toroidale.



Poiché il calcolo è approssimato, consideriamo i seguenti valori per il raggio classico dell'elettrone e per il raggio dell'anello di corrente:

$r \cong 2,81 \times 10^{-15} m$: raggio classico dell'elettrone Relazione 28

$R_e \cong 0,38 \times 10^{-12} m$ raggio dell'anello di corrente Relazione 29

È possibile calcolare il volume dell'anello di corrente del modello, applicando la seguente formula:

$$V = 2 \pi^2 r^2 R_e \text{ Relazione 30}$$

Si ha:

$$V_{elett_riposo} = 2 \pi^2 r^2 R_e \cong 2 \pi^2 (2,81 \times 10^{-15})^2 \times 0,38 \times 10^{-12} \cong 6 \times 10^{-41} m^3 \text{ Relazione 31}$$

Assimiliamo, adesso, per l'atomo d'idrogeno un modello composto da una sferetta, avente come raggio quello classico per l'atomo d'idrogeno, vale a dire circa $53 pm$.

$R_H \cong 53 \times 10^{-12} m$: raggio classico per l'atomo d'idrogeno Relazione 32

Calcolando il volume V_H dell'atomo d'idrogeno, con queste ipotesi, si ha:

$$V_H = \frac{4}{3} \pi R_H^3 = \frac{4}{3} \pi (53 \times 10^{-12})^3 \cong 6,23 \times 10^{-31} m^3 \text{ Relazione 33}$$

Considerando il rapporto « $\frac{V_H}{V_{elett_riposo}}$ » si ha:

$$\frac{V_H}{V_{elett_riposo}} = \frac{6,23 \times 10^{-31}}{6 \times 10^{-41}} \cong 10^{10} \text{ Relazione 34}$$

L'elettrone risulterebbe circa dieci miliardi di volte più piccolo dell'intero atomo.

L'approssimazione di carica puntiforme è sicuramente plausibile.

11. La costante di struttura fine

Il modello presenta, altresì, una peculiarità.

Il rapporto, fra il raggio classico R_H dell'atomo d'idrogeno ed il raggio dell'anello di corrente, è uguale al rapporto fra il raggio dell'anello di corrente stesso ed il raggio classico r dell'elettrone.

$R_H : R_e = R_e : r$ Relazione 35

In questa situazione eseguiamo i calcoli con accuratezza considerando le grandezze fornite dal sistema CODATA. Si ha:

$R_H \cong 52,9177249 \times 10^{-12} m$ Raggio classico dell'atomo d'idrogeno Relazione 36

$R_e \cong 0,386159267 \times 10^{-12} m$ Raggio dell'anello di corrente Relazione 37

$r \cong 2,8179403267 \times 10^{-15} m$ Raggio classico dell'elettrone Relazione 38

$$\frac{R_H}{R_e} \cong \frac{52,9177249 \cdot 10^{-12} m}{0,386159267 \times 10^{-12} m} \cong \mathbf{137} \text{ Relazione 39}$$

$$\frac{R_e}{r} \cong \frac{0,386159267 \times 10^{-12} m}{2,8179403267 \times 10^{-15} m} \cong \mathbf{137} \text{ Relazione 40}$$

L'inverso di tale rapporto è detto costante di struttura fine.

Riferimenti bibliografici

<http://www.ecat-ilnuovofuoco.it/blog/elettrone-elettromagnetico-e-nuovo-fuoco/>

[https://www.researchgate.net/publication/320274378 Maxwell's Equations and Occam's Razor](https://www.researchgate.net/publication/320274378_Maxwell's_Equations_and_Occam's_Razor)
[https://www.researchgate.net/publication/320274514 The Electron and Occam's Razor](https://www.researchgate.net/publication/320274514_The_Electron_and_Occam's_Razor)

[https://www.researchgate.net/publication/330619569 Electron Structure Ultra-Dense Hydrogen and Low Energy Nuclear Reactions](https://www.researchgate.net/publication/330619569_Electron_Structure_Ultra-Dense_Hydrogen_and_Low_Energy_Nuclear_Reactions)

Indice dei contenuti

Elettrone: un nuovo modello	pag. 1
1. Introduzione	pag. 1
1.1 Unità naturali.....	pag. 1
2. Presentazione del modello	pag. 3
3. La massa del modello	pag. 4
4. Le equazioni di Einstein e di Planck e il modello	pag. 4

5. Massa e raggio relativistici.....	pag. 5
6. Il momento angolare e lo spin	pag. 7
7. Il modello e la legge fondamentale della dinamica	pag. 9
8. Alla carica elementare è sempre associato un flusso magnetico quantizzato, dato dalla seguente relazione $\phi = \frac{h}{e}$	pag. 10
9. Principio di indeterminazione	pag. 11, 12
10. L'elettrone in seno all'atomo	pag. 12, 13
11. La costante di struttura fine	pag. 14