

Articolo di ricerca

Neutrone Magnetico

Francesco Ferrara

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

Sito internet: www.proffonlineall.it

ABSTRACT

In questo lavoro si propone un modello elettromagnetico del neutrone ispirato ai fondamenti teorici delineati da Vassallo e Celani, secondo cui particelle elementari possono essere interpretate come sferette, prive di massa, cariche, in moto. Il modello ipotizza che il neutrone sia costituito da due cariche opposte, prive di massa a riposo, in moto circolare su orbite concentriche. Ciascuna genera una corrente e quindi un momento magnetico. L'approccio consente di calcolare, a partire da semplici relazioni classiche e quantistiche, i valori del momento magnetico, della massa e dello spin del neutrone, ottenendo risultati coerenti con i dati sperimentali. Si affronta infine l'analisi della stabilità dinamica del sistema, considerando le forze elettromagnetiche interne e l'evoluzione relativistica lungo l'asse z. Il modello, pur fenomenologico, apre a riflessioni originali sulla struttura della materia e sul ruolo del campo elettromagnetico nell'origine della massa.

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.

Alla luce delle conoscenze acquisite dalla lettura dei documenti dei ricercatori Vassallo e Celani, ho costruito, attraverso un lavoro di ricerca teorica, un modello per la particella subatomica “*neutrone*”.

1.1 Unità naturali

Prima di presentare il nuovo modello per il neutrone, 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 accettata per il neutrone	m_n	939.56563 MeV	$1.6749286 \times 10^{-31} \text{ kg}$
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 formato dalla sferetta carica positivamente	R_p	1/ eV	m
Raggio dell'anello di corrente formato dalla sferetta carica negativamente	R_e	1/ eV	m
Raggio classico dell'elettrone	R	$1,42805577 \cdot 10^{-8} /eV$	$2,817940326 \times 10^{-15} \text{ m}$
Raggio di Bohr $\frac{\hbar^2}{m e^2}$	a_0	$2.6817268 \times 10^{-4}/eV$	$5.29177249 \times 10^{-11} \text{ m}$

Tempo impiegato dalla sferetta carica positivamente a compiere un giro completo	T_p	$1/ \text{eV}$	s
Pulsazione della sferetta carica positivamente.	ω_p	eV	s^{-1}
Tempo impiegato dalla sferetta carica negativamente, a compiere un giro completo	T_e	$1/ \text{eV}$	s
Pulsazione della sferetta carica negativamente.	ω_e	eV	s^{-1}
Corrente dell'anello generato dalla carica negativa	i_e	eV	A
Corrente dell'anello generato dalla carica negativa	i_p	eV	A
Momento magnetico dell'anello di corrente positivo	L_p	$1/ \text{eV}$	JT^{-1}
Momento magnetico generato dall'anello di carica negativa	L_e	$1/ \text{eV}$	JT^{-1}
Modulo del momento magnetico del neutrone	$ \vec{\mu}_n $	$8,708597036 \cdot 10^{-11}/\text{eV}$	$9,6623647(23) \cdot 10^{-27}JT^{-1}$
Area della superficie circolare delimitata dall'anello di corrente, generato dalla sferetta negativa	S_e	$(1/ \text{eV})^2$	m^2
Area della superficie circolare delimitata dall'anello di corrente, generato dalla sferetta positiva	S_p	$(1/ \text{eV})^2$	m^2
Raggio della sferetta carica negativamente	r_e	$1/ \text{eV}$	m
Raggio della sferetta carica positivamente	r_p	$1/ \text{eV}$	m

Tempo	T	1/ eV	6.5821220 10 ⁻¹⁶ s
Area della superficie circolare delimitata dall'anello di corrente, generato dalla sferetta negativa	s_e	(1/ eV) ²	m^2
Lunghezza	L	1/ eV	1.9732705 · 10 ⁻⁷ m

Magnetone di Bohr	μ_B	8.3585815 10 ⁻⁸ /eV	9.2740154 10 ⁻²⁴ J/T
Costante di gravitazione universale	G	6.70711 10 ⁻⁵⁷ /eV ²	6.67259 10 ⁻¹¹ $\frac{Nm^2}{kg^2}$
Massa	M	1 eV	1.7826627 × 10 ⁻³⁶ kg
Frequenza	ν	1 eV	1.5192669 × 10 ¹⁵ Hz
Energia	E	1 eV	1.6021773 × 10 ⁻¹⁹ J
Conducibilità	σ	1 eV	1.6904124 × 10 ⁵ S/m
Energy 1 electron volt	eV	1 eV	1.60217733 × 10 ⁻¹⁹ 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 × 10 ⁻¹⁸ J
Hartree energy, $\frac{e^2}{a_0}$	Eh	27.211396 eV	4.3597482 × 10 ⁻¹⁸ 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 × 10 ⁴ A/m
Densità di corrente	J	1eV ³	7.3179379 × 10 ¹⁰ $\frac{A}{m^2}$
Massa del protone	m_p	938.27234 MeV	1.6726231 10 ⁻²⁷ kg

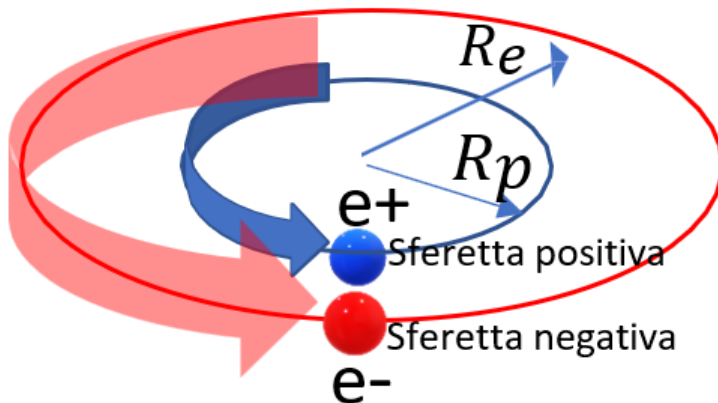
Massa del neutrone	m_n	939.56563 MeV	$1.6749286 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Permeabilità magnetica nel vuoto	μ_0	4π	$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}}$
Costante dielettrica del vuoto	ϵ_0	$\frac{1}{4\pi}$	$8.854187817 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$

2. MODELLO TEORICO

Il mio obiettivo è trovare un modello che descriva un neutrone, partendo dalle proprietà distintive di questa particella elementare a noi già note e da alcuni presupposti:

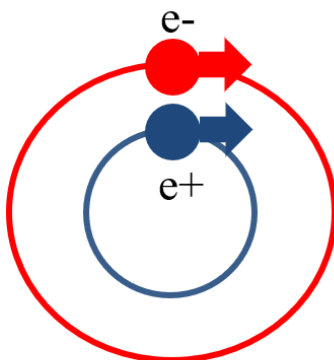
1. Il neutrone ha una massa $m_n \cong 1.6749286 \times 10^{-27} \text{ kg}$
2. Il neutrone ha una carica elettrica complessivamente nulla.
3. Ipotizzo che sia composto da due sferette, prive di massa, il cui raggio è trascurabile rispetto alle dimensioni del modello, aventi cariche uguali in modulo ma di segno opposto, pari alla carica di un elettrone, che descrivono entrambe una traiettoria circolare alla velocità della luce, procedendo nello stesso verso.
4. Indichiamo con R_p , [m] oppure [eV^{-1}], il raggio della traiettoria della prima sferetta, quella con carica positiva.
5. Indichiamo con R_e , [m] oppure [eV^{-1}], il raggio della traiettoria della seconda sferetta, quella con carica negativa.
6. Le due circonferenze, descritte, giacciono sullo stesso piano.
7. I centri delle due circonferenze giacciono sullo stesso piano che contiene le circonferenze stesse.
8. Il raggio di ciascuna delle sferette è pari al raggio classico dell'elettrone

La figura mostra i due anelli di corrente, quello di raggio minore, formato dalla carica positiva e quello di raggio maggiore formato dalla carica negativa.



Calcoleremo i due raggi R_e e R_p imponendo che:

1. La somma delle due masse, delle due particelle, di natura puramente elettromagnetica, sia pari alla massa accettata per il neutrone.
2. La differenza, in valore assoluto, fra il momento magnetico della particella negativa e quello della particella positiva, abbia un valore netto uguale al modulo del momento magnetico del neutrone.



3. L'anello formato dalla sferetta di carica positiva

L'anello positivo di corrente è costituito da una sferetta, priva di massa, che ruota alla velocità della luce, lungo una circonferenza avente raggio pari a R_p .

Una domanda è legittima: come può un modello, composto da una sferetta, priva di massa, possedere una massa?

È semplice dare una risposta, come nel caso del modello di elettrone di Vassallo – Celani, dopo avere introdotto il concetto di potenziale vettore $\vec{A}$

Allo stesso modo in cui una carica elettrica statica 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 parziale, rispetto al tempo, è il campo elettrico generato dallo stesso elemento di corrente.

Supposto che nello spazio siano presenti delle cariche elettriche statiche e delle cariche elettriche in movimento, quindi delle correnti è possibile esprimere il campo elettrico, funzione delle tre variabili spaziali e della variabile temporale, nel seguente modo:

$$\vec{E} = -\nabla\phi - \frac{\partial\vec{A}}{\partial t}$$

Nel caso in cui non siano presenti cariche statiche il termine $-\nabla\phi$ è nullo. L’espressione del campo elettrico diventa:

$$\vec{E} = -\frac{\partial\vec{A}}{\partial t}$$

Le tre componenti del campo elettrico si ottengono eseguendo le derivate parziali, rispetto al tempo, delle tre componenti del potenziale vettore

$$\vec{E} = (E_x, E_y, E_z) = -\left(\frac{\partial A_x}{\partial t}, \frac{\partial A_y}{\partial t}, \frac{\partial A_z}{\partial t}\right)$$

4. Il prodotto $e\vec{A}$

Il prodotto della carica “e”, per il potenziale vettore $\vec{A}$, “visto” dalla carica stessa, ha le dimensioni di una quantità di moto. 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: $[eA] = [qEt] = [Ft] = [p]$, 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.

L’anello positivo di corrente, costituente una parte del modello del neutrone, possiede, esattamente come il modello dell’elettrone di Vassallo - Celani, una quantità di moto, di natura puramente elettromagnetica.

È quasi spontaneo associare, all’anello positivo di corrente, una massa a riposo m_p , assumendo come postulato, la relazione:

$$e\vec{A} = m\vec{c}$$

5. Le equazioni di Einstein, di Planck applicate all’anello di corrente “positivo”

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.

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

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

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, possono essere applicate all’anello di corrente generato dalla sferetta carica positivamente, che costituisce una parte del nuovo modello di neutrone.

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

$$m_p = \omega_p = \frac{1}{R_p}$$

$$\text{Relazione 6}$$

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

ad un corpo e la sua accelerazione. Il concetto di forza è usato 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. La massa dell'anello "positivo" di corrente si evince dal modello stesso, non è conferita a priori, "*sic et simpliciter*".

Considerando le equazioni di Planck e di Einstein:

$$E = \hbar\omega_p \quad 7$$

$$E = m_p c^2 \quad 8$$

Uguagliando i secondi membri si ha:

$$m_p = \frac{\hbar}{R_p c} \quad 9$$

La (9) esprime la massa a riposo, di natura puramente elettromagnetica, dell'anello positivo di corrente che costituisce una parte del nostro modello del neutrone.

RISULTATI

6. Le equazioni di Einstein, di Planck applicate all'anello di corrente "negativo"

L'anello di corrente "*negativo*" è formato da una sferetta, priva di massa, che ruota alla velocità della luce lungo una circonferenza avente raggio R_n .

Anche in questo caso, l'anello "*negativo*" di corrente possiede una massa di natura puramente elettromagnetica, che è possibile esprimere, in funzione del raggio della circonferenza descritta, applicando, ancora una volta, le equazioni di Einstein e di Planck.

Considerando le equazioni di Planck e di Einstein:

$$E = \hbar\omega_n \quad 10$$

$$E = m_n c^2 \quad 11$$

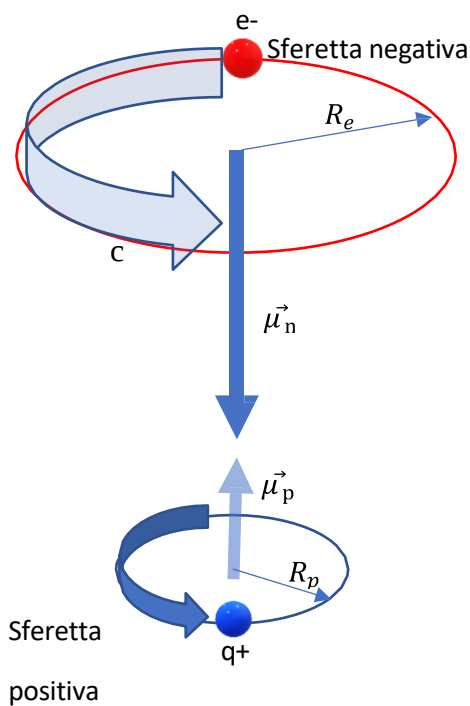
Uguagliando i secondi membri si ha:

$$m_n = \frac{\hbar}{R_n c}$$

12

La relazione 12 esprime la massa a riposo, di natura puramente elettromagnetica, dell'anello "negativo" di corrente, che costituisce la seconda parte del nuovo modello di neutrone.

7. Il momento magnetico del modello del neutrone

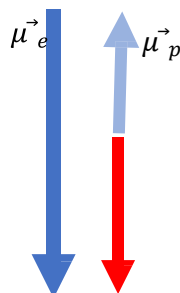


La sferetta carica negativamente genera un momento magnetico $\vec{\mu}_n$ rappresentato dal vettore in figura. Applicando la regola della mano destra, tale vettore sarebbe diretto verso l'alto, ma, tenendo conto che la carica ha segno negativo, sarà diretto, di fatto, verso il basso.

La sferetta carica positivamente genera un momento magnetico $\vec{\mu}_p$, diretto in verso opposto rispetto a quello generato dalla carica negativa. La differenza, in valore assoluto fra i moduli dei due vettori, che hanno la stessa direzione e verso opposto, darà luogo al momento magnetico complessivo della particella "neutrone".

Applicando il metodo punta coda si ha infatti:

$$|\vec{\mu}_t| = |\vec{\mu}_n| - |\vec{\mu}_p| \quad 13$$



8. Imposizione della condizione sulla massa totale

I due anelli di corrente posseggono una massa, di natura puramente elettromagnetica che è possibile esprimere in funzione dei loro raggi.

Una delle equazioni, che ci consente di caratterizzare il modello, si ricava imponendo che, la somma delle due masse elettromagnetiche, dei due anelli di corrente, sia pari alla massa accettata per il neutrone.

$$\frac{\hbar}{R_p c} + \frac{\hbar}{R_n c} = m_n$$

14

9. Condizione sui momenti magnetici

Calcolando le correnti dovute alle due sferette rotanti, moltiplicando tali correnti per le aree delle superfici dei cerchi, formati dagli anelli di corrente, si ottengono i due momenti magnetici che in questo caso si sottraggono, si ha:

$$\mu_{tot} = \mu_n - \mu_p$$

15

Semplici considerazioni ci permettono di pervenire alla seguente espressione:

$$\frac{ec}{2}(R_n - R_p) = \mu_{tot}$$

16

Considerando la 14 e la 16 e risolvendo rispetto ad R_n ed R_p , si ha:

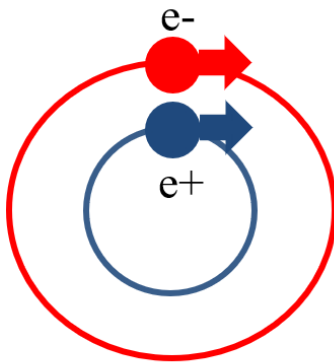
- $R_p = 2.996729102 \times 10^{-16} \text{ m}$
- $R_n = 7.020026506 \times 10^{-16} \text{ m}$

Momento. angolare. modello
 $\cong 4$ spin. accettato

10. Lo spin del neutrone

Calcoliamo, adesso, lo spin del neutrone.

FIGURA 2



A tal proposito è opportuno osservare che la misura dello spin di una particella subatomica, prevede che, la particella stessa sia sottoposta ad un campo magnetico esterno. Nel nostro caso l'azione del campo esterno orienterà i due anelli di corrente, quello positivo e quello negativo, in modo che i due campi "guarderanno verso il NORD del campo magnetico esterno.

Nell'istante del calcolo, le due masse, quella rappresentata dalla carica positiva e quella rappresentata dalla carica negativa, si sommano. Lo spin del modello, ovvero il momento della quantità di moto sarà pertanto dato dalla seguente relazione:

$$L_t = m_p R_p c + m_n R_n c = \frac{\hbar}{R_p} R_p c + \frac{\hbar}{R_n c} R_n c = 2\hbar$$

Considerando il rapporto fra il valore dello spin ottenuto e quello accettato per il neutrone si ha:

Si ha quindi:

Dal modello emerge che il momento angolare totale risulta circa quattro volte maggiore dello spin accettato per il neutrone. A prima vista, questa discrepanza potrebbe far sembrare il modello incongruente. Tuttavia, è importante ricordare che lo spin misurato sperimentalmente corrisponde alla proiezione del momento della quantità di moto lungo la direzione del campo magnetico esterno utilizzato per la misura.

La particella non si allinea mai completamente con il campo esterno, ma forma un angolo θ con esso. Se consideriamo questo angolo circa 75° , il valore della proiezione del momento angolare lungo il campo esterno risulta coerente con lo spin osservato, ovvero circa metà di $\hbar$ ($\hbar$ tagliato).

Inoltre, parlando di spin, un modello classico deve necessariamente lasciare spazio alla quantizzazione delle grandezze fisiche: il momento della quantità di moto risultante non è semplicemente la somma vettoriale dei momenti angolari dei due anelli di corrente.

Non è neanche detto che i due anelli, sottoposti a un campo esterno, mantengano moti rigidi e precessioni identiche. Pertanto, se il modello non riesce a predire esattamente il valore numerico dello spin misurato, ciò non ne compromette la validità o la coerenza fisica, ma indica piuttosto la necessità di tener conto delle complessità della quantizzazione e dell'interazione tra i momenti angolari.

Calcolo della proiezione dello spin

Dai calcoli del modello otteniamo un momento angolare totale:

$$L = 2.1 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

Il valore accettato per lo spin del neutrone è circa:

$$S = 0.5 \times \hbar \approx 0.527 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

$$\text{Dove } \hbar (\hbar \text{ tagliato}) = 1.054571817 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

Consideriamo che lo spin misurato è la proiezione di L lungo la direzione del campo magnetico esterno, quindi:

$$S = L \times \cos(\theta) \quad S = L \times \cos(\theta)$$

Risolvendo per θ :

$$\cos(\theta) = \frac{s}{L} = \frac{0.527 \times 10^{-34}}{2.1 \times 10^{-34}} \cong 0.25$$

$$\theta = \cos^{-1}(0.25) \cong 75^\circ$$

Quindi, se il momento angolare totale forma un angolo di circa 75° con il campo esterno, la sua proiezione corrisponde allo spin misurato sperimentalmente.

DISCUSSIONE

11. Forze agenti sul sistema neutrone

Analisi della stabilità del neutrone nel modello a doppio anello di corrente

Nel presente modello, il neutrone è descritto come un sistema composto da due cariche opposte in segno, in rotazione lungo due anelli coassiali: le cariche generano così due anelli di corrente aventi verso opposto. I parametri numerici stimati sono:

- **Raggio dell'anello interno (positivo):**
 $R_p \approx 2,99 \times 10^{-16} \text{ m}$
 Corrente: $I_p \approx 2,45 \times 10^4 \text{ A}$
- **Raggio dell'anello esterno (negativo):**
 $R_n \approx 7,02 \times 10^{-16} \text{ m}$
 Corrente: $I_n \approx 1,09 \times 10^4 \text{ A}$

La velocità delle due cariche, pari a c , è notevolmente alta. Calcoliamo i periodi di rotazione delle due cariche. Indicando con

T_n : periodo di rotazione della sferetta negativa[m]
 T_p : periodo di rotazione della sferetta positiva[m]

È possibile scrivere:

$$T_n = \frac{2\pi R_n}{c} = \frac{(2\pi \times 2.99 \times 10^{-16})}{299792458} \cong 15 \times 10^{-24} \text{ s}$$

$$T_p = \frac{2\pi R_p}{c} = \frac{2\pi \times 2.99 \times 10^{-16}}{299792458} \cong 6.3 \times 10^{-24} \text{ s}$$

Se il **tempo di rivoluzione è estremamente piccolo**, allora **qualsiasi osservatore esterno** (cioè con strumenti che hanno un tempo di risposta molto più lungo) **non riesce a risolvere la posizione istantanea della carica**. Quindi:

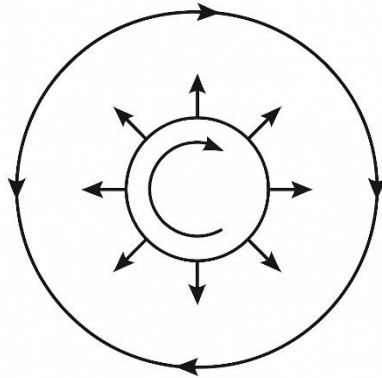
La carica appare “distribuita” lungo l’anello, come una densità lineare costante.

Per ragioni di simmetria, la distribuzione di carica lungo l’anello interno è soggetta a forze radiali uscenti dal centro della circonferenza, la cui risultante vettoriale complessiva risulta nulla. Analogamente, l’anello esterno sperimenta forze radiali dirette verso il centro, anch’esse distribuite simmetricamente, con risultante pari a zero.

In queste condizioni, ciascuno dei due anelli si trova in uno stato di equilibrio: sia la risultante delle forze agenti, sia la risultante dei momenti torcenti applicati, è nulla.

Qualora intervengano perturbazioni esterne che tendano a disaccoppiare gli anelli, purché di entità contenuta, le forze coulombiane tra le due distribuzioni cariche tenderanno a ristabilire la configurazione originaria, mantenendo la struttura concentrica e simmetrica del sistema.

È possibile fare delle considerazioni simili per le forze di natura magnetica dovute alla presenza dei due anelli di corrente.

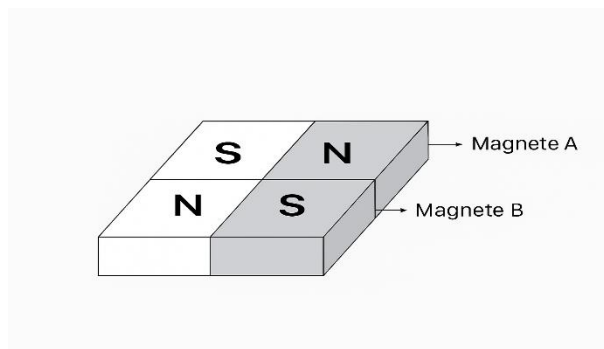


La seguente raffigurazione mostra l'anello di corrente interno su cui, come già detto, agiscono delle forze di natura elettrica, uscenti dall'anello stesso, la cui risultante è zero determinandone l'equilibrio

12. Modello alternativo: interazione tipo dipolare

Ciascun anello può anche essere considerato come un **dipolo magnetico**. In questa visione:

- I due anelli si comportano come **due magneti affiancati** con il polo nord di uno rivolto verso il sud dell'altro.
- Questo tipo di accoppiamento genera **attrazione stabile** lungo l'asse comune e può spiegare un assetto coassiale duraturo.



13. Il neutrone fuori dal nucleo

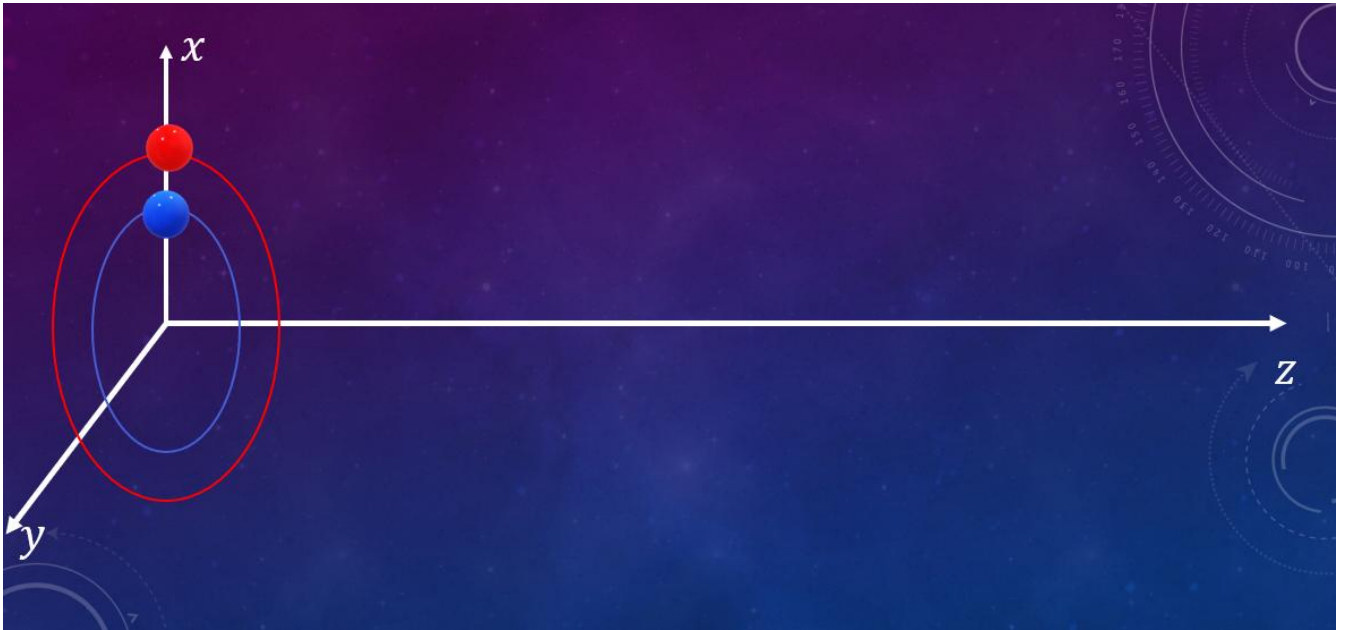
È ben noto che il neutrone, al di fuori dal nucleo atomico, è una particella instabile. I dati sperimentali confermano che essa abbia una vita di circa un quarto d'ora e dopo decada in un protone un elettrone ed un antineutrino.

Consideriamo un sistema di riferimento ortogonale tridimensionale con assi x , y e z , avente origine nel punto O .

Supponiamo che gli anelli di corrente giacciono sul piano individuato dagli assi x , y e che i due anelli si propaghino lungo l'asse z , con velocità v_z .

Le due sferette rotanti, generanti i due anelli di corrente, nel moto lungo l'asse z , descriveranno delle traiettorie elicoidali.

Tuttavia, la velocità assoluta, di ciascuna sferetta rispetto al prefissato sistema di riferimento, non può superare quella della luce.



Ne consegue che il cammino totale lungo la spirale, in un periodo, deve essere identico a quello compiuto a riposo.

Inoltre, la sferetta associata al raggio minore, (carica positiva), percorre un'elica di lunghezza maggiore rispetto alla sferetta negativa.

Questo effetto tende a disaccoppiare le due cariche in moto, rendendo il neutrone instabile — proprio come osservato in natura.

Indicando con

R_p : Raggio a riposo della sferetta positiva [m]

R_n : Raggio a riposo della sferetta negativa [m]

R_{Ln} : Raggio relativistico della sferetta negativa [m]

R_{pn} : Raggio a riposo della sferetta negativa [m]

In virtù delle affermazioni appena fatte, è possibile scrivere:

$$(2\pi R_n)^2 = (2\pi R_{rel.n})^2 + \left(\frac{2\pi R_n}{c}\right)^2 (v_z)^2$$

Semplici passaggi algebrici conducono alla relazione:

$$R_{rel.n} = R_n \sqrt{1 - \frac{v_z^2}{c^2}}$$

Analogamente il raggio relativistico della sferetta positiva sarà:

$$R_{rel.p} = R_p \sqrt{1 - \frac{v_z^2}{c^2}}$$

In ultima analisi, nell'ipotesi che la velocità v_z sia diversa da zero,

- il raggio delle due circonferenze, descritte dalle due sferette diminuisce progressivamente, tendendo a zero quando $v_z \rightarrow c$
- fissato un intervallo di tempo Δt , la distanza percorsa lungo z, dalla sferetta positiva sarà maggiore rispetto alla distanza percorsa dalla sferetta negativa.
- I due anelli di corrente tenderebbero così a disaccoppiarsi

14. Principio d'indeterminazione

- Prendiamo in esame il prodotto tra la **velocità angolare** di ciascun anello di corrente e il **raggio dell'anello stesso**.

Come già visto, la relazione che lega la **massa elettromagnetica** alla pulsazione e al raggio dell'anello è la seguente:

$$m = \hbar \frac{\omega}{c^2} = \frac{\hbar}{Rc}$$

- Da quest'ultima equazione si ricava immediatamente:

$$\omega R = c$$

- In altre parole, il prodotto tra la **velocità angolare** e il **raggio di curvatura** è costante. Nel caso in cui un anello di corrente si propagasse lungo l'asse z, con velocità v_z , la

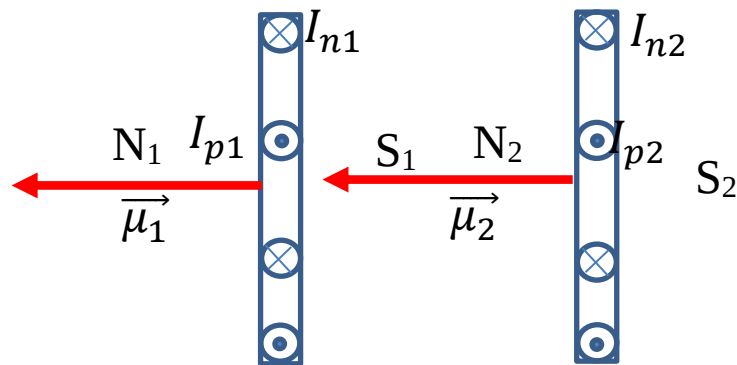
velocità angolare aumenterebbe e il raggio diminuirebbe.

Questo suggerisce che un **tentativo di confinare la particella** lungo un asse (cioè una minore indeterminazione sulla sua posizione) comporterebbe, come effetto, **un incremento indefinito della velocità angolare**.

- Tale comportamento può essere interpretato come una **manifestazione geometrica di un principio d'indeterminazione**.

15. Neutrone in seno al nucleo ed all' esterno del nucleo

È ragionevole ipotizzare che

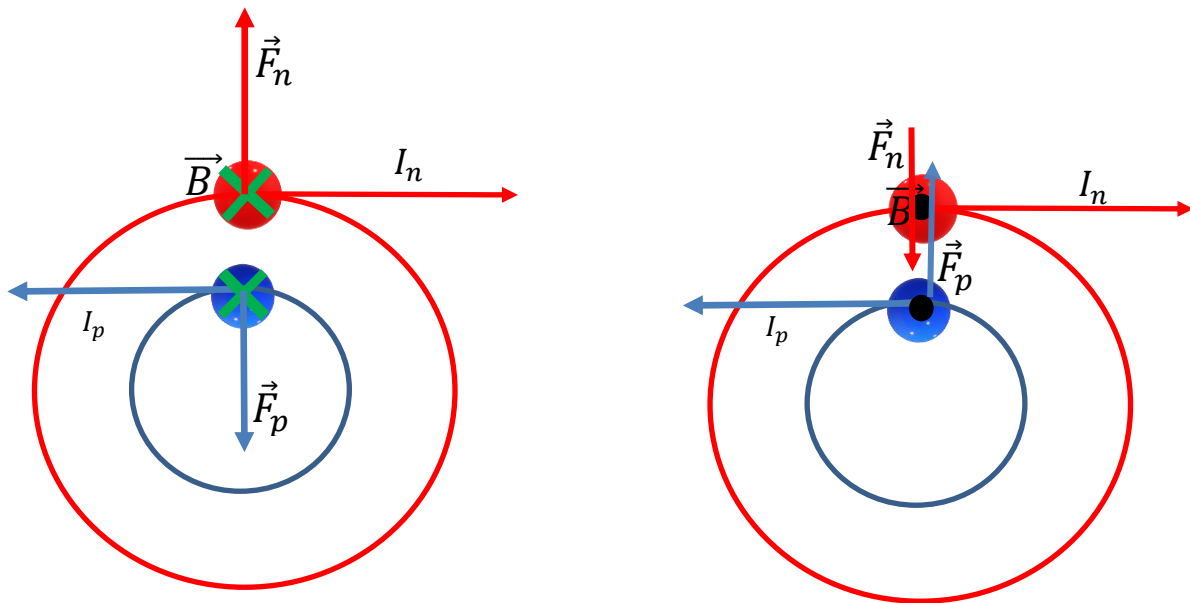


due neutroni in seno al nucleo si dispongano come mostrato nella precedente figura. Essi si comporteranno come due magnetini elementari avendo un momento magnetico netto uguale a zero.

Il nord magnetico del neutrone a destra, neutrone 1, “*guarderà*” al sud magnetico del neutrone a sinistra, neutrone 2. Tale disposizione renderà ancor più compatta e stabile la configurazione formata dai due neutroni.

Nell'ipotesi in cui il neutrone sia estratto dal nucleo, basterebbe una perturbazione esterna per rendere instabile il sistema e disaccoppiare gli anelli. Forse per questo motivo, in accordo con le evidenze sperimentali, il neutrone, al di fuori dal nucleo, ha una vita di circa 1000 s

16. Neutrone fuori dal nucleo sottoposto ad un campo magnetico



Immaginando il neutrone fuori dal nucleo, sottoposto ad un campo esterno, e nel caso in cui il campo è entrante sul piano del foglio, e nel caso in cui il campo è uscente, si genererebbero sui due anelli, delle forze opposte in verso che tenderebbero a disaccoppiarli. Questo è, ancora una volta in accordo rilevazioni sperimentali: il neutrone è una particella instabile fuori dal nucleo.

CONCLUSIONI

Caratteristiche del modello di neutrone composto da due anelli di corrente

Raggio Rn	7,02002650600E-16	[metri]
Raggio Rp	2,99672910200E-16	[metri]
massa sferetta positiva	1,17383748075E-27	[kg]
massa sferetta negativa	5,01091119326E-28	[kg]
corrente anello positivo	2,55096166E+04	[A]
corrente anello negativo	1,08896184939E+04	[A]
pul.zione anello positivo	1,00039892762E+24	[rad/s]
pul.zione anello negativo	4,27053171015E+23	[rad/s]
massa del neutrone	1,67492860008E-27	[kg]
momento magnetico	9,66236E-27	[JT ⁻¹]
momento angolare	2,10914363400E-34	[kg*m ² /s]
Spin	$\hbar/2$	

SOMMARIO

pag 1	introduzione
pag 2	unità naturali
pag 5	presentazione del modello per il neutrone
pag 6	anello formato dalla sferetta positiva
pag 8	il prodotto eA
pag 9	Le equazioni di Einstein, di Planck applicate all'anello di corrente "negativo"
pag 10	Il momento magnetico del modello del neutrone
pag 11	Imposizione della condizione sulla massa totale
pag 13	Forze agenti sul sistema neutrone
pag 16	il neutrone fuori dal nucleo
pag 17	il neutrone fuori dal nucleo, soggetto ad un campo magnetico esterno
pag 18	tabella riassuntiva delle grandezze del modello neutrone

NOTE DELL'AUTORE

L'autore ha maturato un percorso articolato tra **fisica, insegnamento e scrittura creativa**, pubblicando testi che spaziano dalla didattica scientifica alla poesia. Tra le sue opere si annoverano:

- *Verso la fisica* (Arianna Edizioni)
- *Il danzatore cosmico* (Aracne Edizioni)
- *Il serpente aveva ragione* (Self-publishing, Amazon)
- *Ciambelle* (Self-publishing, Amazon)
- *Nuovi animi* – raccolta di poesie (Self-publishing, Amazon)
- *Mondi lontani* – raccolta di poesie (Self-publishing, Amazon)
- *Con me stanno buoni* (Self-publishing, Amazon)

Con questo lavoro teorico, l'autore si propone di unire il rigore della fisica classica e quantistica a una visione intuitiva e filosofica della realtà, offrendo una lettura originale e coerente della struttura interna del neutrone.