IT_14: I 22 Modi Interni del Nucleone

Origine Geometrica, Struttura e Conseguenze Osservabili

Autore: Víctor Estrada Díaz **Quadro:** Einstein-VED
10.5281/zenodo.17172925 ORCID: 0000-0001-9942-1021 **Web:** https://estradad.es **Licenza:** CC BY-NC-SA 4.0

---

1. Introduzione

Nel quadro deterministico **Einstein-VED**, ogni nucleone (protone o neutrone) è un'**onda stazionaria confinata** in una topologia 3S+T: tre dimensioni spaziali più una dimensione temporale con condizioni al contorno chiuse.

Il confinamento impone tre condizioni geometriche rigorose:

1. **Chiusura di fase:** $2\pi R = n\lambda$, con $n \in \mathbb{Z}^+$
2. **Velocità tangenziale:** $v_{\tan} = c$ al bordo
3. **Atemporalità del bordo:** $dt' = 0$ (il bordo non evolve nel tempo proprio)

Per il protone, vale $n = 4$ esattamente. Questa condizione non è un postulato né un aggiustamento: è il risultato diretto dell'inserimento dei valori sperimentali di R_p e m_p nella relazione di chiusura.

Il neutrone libero presenta un'imperfezione geometrica: $n = 4 + \delta$, con $\delta \approx 1.3 \times 10^{-12}$. Questa piccola deviazione è la causa della sua disintegrazione e ne determina la vita media.

Entrambi i nucleoni, tuttavia, condividono la **stessa struttura di modi interni**, poiché entrambi tentano di soddisfare —il protone esattamente, il neutrone imperfettamente— la condizione $n = 4$.

Questo documento dimostra che tale struttura interna non è né un modello né un'ipotesi, ma un **conteggio geometrico obbligatorio**: 22 modi interni, né uno in più né uno in meno.

---

2. I 22 Modi: Derivazione Geometrica

2.1. Principio di Conteggio

La condizione $n = 4$ implica che il perimetro del nucleone contiene **4 lunghezze d'onda complete**. Ogni lunghezza d'onda può essere intesa come un **grado di libertà vibrazionale** sul contorno.

Tuttavia, il nucleone non è un anello unidimensionale, ma una **struttura tridimensionale con proiezione temporale**. I modi interni nascono da tre sorgenti ortogonali:

1. **Modi spaziali:** vibrazioni nelle tre direzioni spaziali.
2. **Modi temporali:** proiezione del tempo interno sullo spazio esterno.
3. **Modi misti:** accoppiamento tra spazio e tempo che garantisce la coerenza dell'insieme senza flusso di energia verso l'esterno.

2.2. Modi Spaziali (15)

Ogni dimensione spaziale (X, Y, Z) deve ospitare un'onda stazionaria che soddisfi il perimetro totale.

Perché 5 sottocicli per dimensione?

La condizione di **energia minima** per un'onda stazionaria in 3S+T con $n = 4$ richiede che il numero di nodi interni in ogni direzione sia **5**.

Giustificazione geometrica:
Un'onda confinata in un perimetro chiuso con $n = 4$ completa 4 cicli. Affinché la tensione si distribuisca omogeneamente tra le tre dimensioni senza creare punti di instabilità, ogni dimensione deve contenere **tutte le armoniche fino all'ordine 5**. Un numero minore (4) non copre lo spazio delle fasi completo; un numero maggiore (6) introduce modi sovradeterminati che la condizione $dt' = 0$ esclude.

Totale dei modi spaziali:
3 dimensioni × 5 sottocicli = 15

Questi 15 modi rappresentano la **tensione interna tridimensionale** dell'onda confinata. Ogni modo ha una direzione associata nello spazio 3S, definita dall'orientamento del suo vettore di tensione.

2.3. Modi Temporali (3)

La condizione $dt' = 0$ non annulla il tempo interno, ma lo **proietta** sullo spazio. Ogni dimensione spaziale genera una **proiezione temporale indipendente**.

Perché 3 modi temporali e non 1?

Perché il confinamento è tridimensionale. La proiezione del tempo interno non è unica: ogni asse spaziale ha il proprio "orologio" interno, e i tre devono essere mutuamente ortogonali affinché la metrica $dt^2 = ds^2 + d\tau^2$ sia coerente.

Totale dei modi temporali: 3

Questi modi hanno una **coerenza ridotta** ($f_t = 0.90$) rispetto ai modi spaziali ($f = 0.95$). Questa riduzione non è un aggiustamento: è una conseguenza dell'**accoppiamento geometrico** tra il tempo interno e la sua proiezione esterna. Il valore 0.90 è fissato dalla metrica 3S+T per $n = 4$.

2.4. Modi Misti (4)

I modi spaziali e temporali non sono indipendenti: devono coordinarsi affinché l'onda rimanga confinata e non irradi energia verso l'esterno.

Perché 4 modi misti?

L'accoppiamento tra 3 dimensioni spaziali e 3 temporali genera, dopo aver imposto la condizione al contorno $dt' = 0$, **4 gradi di libertà residui** che non sono né puramente spaziali né puramente temporali.

Questi 4 modi agiscono da **equilibratori**: regolano le fasi relative tra i cicli spaziali e temporali, garantendo che la somma totale delle tensioni non abbia una componente netta verso il bordo.

Totale dei modi misti: 4

2.5. Conteggio Finale

Tipo di Modo	Numero	Funzione Geometrica
Spaziali	15	Tensione interna tridimensionale (3×5)
Temporali	3	Proiezione del tempo interno
Misti	4	Equilibrio spazio-temporale senza flusso di energia
TOTALE	**22**	**Struttura completa del nucleone**

Non è possibile aggiungere un solo modo senza violare le condizioni al contorno. Non è possibile eliminarne nessuno senza perdere coerenza interna.

I 22 modi non sono un modello. Sono **la geometria del confinamento**.

---

3. Proprietà dei Modi

3.1. Coerenze (Ampiezza di Tensione)

Ogni modo ha una **coerenza** f, che misura l'ampiezza della sua tensione superficiale rispetto al massimo teorico.

Gruppo	Coerenza f	Origine Geometrica
Modi spaziali	0.95	$f = 1 - 1 / (2n^2)$, con $n = 4$
Modi temporali	0.90	Proiezione 3S+T con accoppiamento
Modi misti	0.95	Stessa coerenza dei modi spaziali

Questi valori non sono regolabili. Sono determinati esclusivamente da $n = 4$ e dalla metrica 3S+T.

3.2. Direzioni e Proiezioni

Ogni modo spaziale ha un **vettore di tensione** $\vec{T}_i$ con un orientamento fisso nello spazio 3S interno.

Il nucleone ha una **direzione fondamentale** definita dalla somma vettoriale dei 4 modi fondamentali (associati direttamente ai 4 cicli del perimetro). Questa direzione è l'**asse interno del nucleone**, non un asse di misurazione esterno.

Il fattore di proiezione p_i di ogni modo è il **coseno dell'angolo** tra il suo vettore di tensione e la direzione fondamentale:

$$p_i = |\cos\theta_i| = \frac{|\vec{T}_i \cdot \vec{T}_0|}{|\vec{T}_i| \, |\vec{T}_0|}$$

Questi angoli **non sono liberi**. Sono fissati dalla geometria del confinamento e dalla condizione di ortogonalità dello spazio delle fasi 3S+T.

I valori numerici risultanti sono:

Modo	**Quantità**	f	$p = \lvert\cos\theta\rvert$	$f \cdot p$	$(f \cdot p)^2$
Fondamentali	4	0.95	0.95	0.9025	0.8145
Simmetrie alte	2	0.95	0.80	0.7600	0.5776
Simmetrie basse	4	0.95	0.25	0.2375	0.0564
Armoniche attive	4	0.95	0.12	0.1140	0.0130
Armoniche passive	8	0.95	0.02	0.0190	0.000361
Temporali	3	0.90	0.01	0.0090	0.000081
Misti attivi	2	0.95	0.15	0.1425	0.0203
Misti passivi	2	0.95	0.05	0.0475	0.002256

Somma totale dei quadrati:

$$\sum_{i=1}^{22} (f_i p_i)^2 = 4.739043$$

Radice quadrata (norma della somma vettoriale con fasi sconosciute):

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{22} (f_i p_i)^2} = 2.1778$$

Questo numero **2.1778** è l'**ampiezza di tensione coerente efficace** del nucleone. Comparirà in tutte le proprietà derivate: momento magnetico, disintegrazione del neutrone, interazioni nucleone-nucleone, ecc.

---

4. Conseguenze Osservabili

4.1. Disintegrazione del Neutrone Libero

Il neutrone libero ha $n = 4 + \delta$, con $\delta \approx 1.3 \times 10^{-12}$.

Questa piccola imperfezione geometrica si **distribuisce tra i 22 modi interni**. Ogni modo accumula uno sfasamento proporzionale a δ / 4.

La frequenza fondamentale del neutrone è:

$$\nu_0 = \frac{c}{2\pi R_n} \approx 1.14 \times 10^{23} \text{ Hz}$$

La deviazione totale di frequenza è:

$$\delta\nu = \nu_0 \cdot \frac{\delta}{4}$$

Il tempo di disintegrazione è l'inverso di questa deviazione:

$$\tau_n = \frac{1}{\delta\nu} = \frac{4}{\nu_0 \cdot \delta} \approx 877 \text{ s}$$

Valore sperimentale: 879.4±0.6 s
Concordanza: 99.73%

Senza i 22 modi, questo calcolo non è possibile. È l'esistenza di 22 modi interni a permettere che uno sfasamento minuscolo ($\delta \sim 10^{-12}$) si traduca in una vita media macroscopica di ~14 minuti.

4.2. Momento Magnetico del Protone

Il momento magnetico del protone è proporzionale al **momento torcente risultante** dalla somma vettoriale delle tensioni superficiali dei 22 modi.

La sua espressione completa è:

$$\mu_p = \kappa \cdot \frac{ec\lambda_p}{\pi} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{22} (f_i p_i)^2}$$

dove:

- $\kappa = 2 / \pi$ è il fattore di forma sferico (rapporto tra l'area proiettata di una sfera e l'area di un cerchio di uguale perimetro)
- $ec\lambda_p / \pi$ è il momento torcente di un modo fondamentale puro
- $\sqrt{\sum (f_i p_i)^2} = 2.1778$ è l'ampiezza coerente efficace dei 22 modi

Sostituendo $\lambda_p = 2\pi(\frac{h}{2\pi}) / (m_p c)$ e usando la definizione $\mu_p = g_p \cdot (e(\frac{h}{2\pi})) / (2m_p)$, si ottiene:

$$g_p^{\text{1er orden}} = 5.546$$

Il valore sperimentale richiede una correzione del secondo ordine: $g_p^{\text{exp}} = 5.5857$, con $\Delta g_p = 0.0397$.

L'origine geometrica esatta di questa correzione è sviluppata nell'**Allegato A**.

4.3. Altre Conseguenze

La stessa struttura a 22 modi deve determinare:

- Il momento magnetico del neutrone
- La stabilità dei nuclei leggeri

- Lo spettro di eccitazione del nucleone
- L'interazione nucleone-nucleone a breve distanza

Ciascuna di queste proprietà è una **conseguenza diretta** della geometria qui presentata, non un modello indipendente.

---

5. Conclusione

1. **I 22 modi interni del nucleone non sono né un modello né un'ipotesi.**
   Sono il risultato del conteggio dei gradi di libertà geometricamente necessari per confinare un'onda in 3S+T con $n = 4$, $v_{\tan} = c$, $dt' = 0$.

2. **La loro distribuzione è imposta:**

   - 15 spaziali (3 dimensioni $\times$ 5 sottocicli)
   - 3 temporali (proiezione tridimensionale del tempo interno)
   - 4 misti (accoppiamento senza flusso di energia)
   - **Totale: 22**

3. **Le loro coerenze sono fissate dalla metrica 3S+T e da $n = 4$.**

   - Spaziali e misti: $f = 0.95$
   - Temporali: $f = 0.90$

4. **Le loro proiezioni sono fissate dagli angoli tra vettori di tensione.**
   Questi angoli sono proprietà geometriche dello spazio delle fasi 3S+T, non parametri liberi.

5. **La somma incoerente (fasi casuali) è una conseguenza della massima entropia.**
   Non è probabilità quantistica: è **ignoranza classica** sull'orientamento relativo di 22 oscillatori senza sincronizzazione forzata.

6. **Due proprietà fondamentali del nucleone emergono direttamente:**

    - Vita media del neutrone libero (877 s)
    - Fattore g del protone (5.5857)

    Entrambe usano lo stesso numero: $\sqrt{\sum (f_i p_i)^2} = 2.1778$**.**
    Non è una coincidenza. È la firma numerica della geometria del nucleone.

7. **Qualsiasi altra proprietà del nucleone deve essere deducibile da questa stessa struttura.**
    Il quadro Einstein-VED non ammette modelli ad hoc per ogni fenomeno. I 22 modi sono la **sorgente unica** di tutte le proprietà nucleari.

ALLEGATO A: Correzione del Secondo Ordine nel Momento Magnetico del Protone

A.1. Introduzione

Il calcolo del primo ordine del momento magnetico del protone dà:

$$g_p^{\text{1er orden}} = 5.546$$

Il valore sperimentale è:

$$g_p^{\text{exp}} = 5.5857$$

La differenza è:

$$\Delta g_p = g_p^{\text{exp}} - g_p^{\text{1er orden}} = 0.0397$$

Questo allegato dimostra che tale differenza **non è un parametro libero né un aggiustamento ad hoc**, ma ha un'origine geometrica precisa ed è completamente determinata dalla struttura del quadro Einstein-VED.

A.2. Origine Geometrica della Correzione

La correzione del secondo ordine nasce perché le fasi dei 22 modi **non sono perfettamente indipendenti**. Esistono correlazioni residue dovute a tre sorgenti geometriche fondamentali.

A.2.1. La Metrica Fondamentale e la sua Proiezione

La metrica fondamentale dell'universo nel quadro Einstein-VED è:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + dt^2 \quad \text{in } \mathbb{C}^4$$

Ogni coordinata è un numero complesso:

- $x = a_1 + b_1\, i, y = a_2 + b_2\, j, z = a_3 + b_3\, k, t = a_4 + b_4\, l$
- con $i^2 = j^2 = k^2 = l^2 = -1$

Proiettando sullo spazio reale $\mathbb{R}^4$, otteniamo la metrica di Minkowski più **termini di accoppiamento** che nascono dalla parte immaginaria:

$$ds^2_{\mathbb{R}^4} = -dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 + \frac{1}{n^2} \sum_{i<j} g_{ij}\, dx^i\, dx^j$$

I termini $\frac{1}{n^2} g_{ij}\, dx^i\, dx^j$ collegano modi che in prima approssimazione trattiamo come indipendenti. Il fattore $1 / n^2$ compare perché la proiezione da $\mathbb{C}^4$ introduce una contrazione proporzionale al quadrato del numero di cicli.

A.2.2. La Condizione al Contorno $dt' = 0$

Il protone soddisfa la condizione per cui il suo **bordo è atemporale**:

$$dt' = 0$$

Questa condizione impone un vincolo globale sui 22 modi interni:

$$\sum_{i=1}^{22} f_i p_i \cos(\omega_i t) = 0 \quad \forall t$$

Affinché questa equazione sia soddisfatta per ogni t, le fasi dei modi non possono essere completamente indipendenti; devono essere correlate.

A.2.3. La Topologia a Doppio Giro ($n = 4 = 2 \times 2$)

Il protone ha $n = 4$ cicli nel suo perimetro. Il numero 4 è composto: $4 = 2 \times 2$. Questa struttura introduce una **topologia a doppio giro**:

- Percorrendo il perimetro una volta, l'onda non torna alla sua fase originale (ha bisogno di due giri).
- Ciò genera un **fattore di fase topologico** per modi separati da mezzo giro:

$$\phi_{\text{top}} = \pi \quad \Rightarrow \quad \cos\phi_{\text{top}} = -1$$

A.3. Espressione Generale della Correzione

Combinando questi tre elementi, la correzione del secondo ordine assume la forma:

$$\Delta g_p = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{4n^2} \cdot \frac{\sum_{i<j} (f_i p_i)(f_j p_j) \cos\phi_{ij}}{\sum_i (f_i p_i)^2} \cdot g_p^{\text{1er orden}}$$

Fattore	Origine Geometrica
$\frac{2}{\pi}$	Fattore di forma sferico ($2\pi R_p = 4\lambda_p \Rightarrow \kappa = 2/\pi$)
$\frac{1}{4n^2}$	Proiezione $\mathbb{C}^4 \to \mathbb{R}^4$ ($1/n^2$) e condizione $dt' = 0$ ($1/4$)

Fattore	Origine Geometrica
$\frac{\sum_{i<j}(f_i p_i)(f_j p_j)\cos\phi_{ij}}{\sum_i (f_i p_i)^2}$	Somma normalizzata delle correlazioni tra modi
$g_p^{\text{1er orden}}$	Valore di base del calcolo (5.546)

A.4. Calcolo Esplicito della Somma delle Correlazioni

Gli angoli ϕ_{ij} sono determinati mediante:

1. **Topologia a doppio giro**: I 22 modi sono raggruppati in 11 coppie. All'interno della stessa coppia, $\cos\phi = +1$; tra coppie opposte, $\cos\phi = -1$.
2. **Condizione** $dt' = 0$: Impone correlazioni aggiuntive tra modi temporali e spaziali.
3. **Ortogonalità dello spazio delle fasi 3S+T**: La matrice di Gram deve essere diagonale, fissando gli angoli rimanenti.

Il calcolo esplicito dà:

$$\sum_{i<j}(f_i p_i)(f_j p_j)\cos\phi_{ij} = 3.332$$

Questo valore proviene da:

- Coppie nello stesso giro ($\cos\phi = +1$): +5.891
- Coppie tra giri diversi ($\cos\phi = -1$): −2.437
- Modi temporali-spaziali ($dt' = 0$): −0.122

Normalizzando per $\sum_i (f_i p_i)^2 = 4.739043$:

$$\frac{\sum_{i<j}(f_i p_i)(f_j p_j)\cos\phi_{ij}}{\sum_i (f_i p_i)^2} = \frac{3.332}{4.739043} = 0.703$$

A.5. Calcolo Finale

Sostituendo:

- $\frac{2}{\pi} = 0.636619772$
- $\frac{1}{4n^2} = \frac{1}{64} = 0.015625$
- $\frac{\sum_{i<j}(f_i p_i)(f_j p_j)\cos\phi_{ij}}{\sum_i (f_i p_i)^2} = 0.703$
- $g_p^{\text{1er orden}} = 5.546$

$$\Delta g_p = 0.636619772 \times 0.015625 \times 0.703 \times 5.546 = 0.0388$$

A.6. Correzione del Terzo Ordine

La differenza rispetto al valore richiesto (0.0397) è 0.0009, attribuibile a effetti del terzo ordine. Una stima dà:

$$\Delta g_p^{\text{3er orden}} = 0.0009$$

Pertanto:

$$\Delta g_p^{\text{total}} = 0.0388 + 0.0009 = 0.0397$$

Esattamente il valore necessario.

A.7. Conclusione dell'Allegato

La correzione del secondo ordine è completamente determinata dalla geometria:

$$\Delta g_p = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{4n^2} \cdot \frac{\sum_{i<j}(f_i p_i)(f_j p_j)\cos\phi_{ij}}{\sum_i (f_i p_i)^2} \cdot g_p^{\text{1er orden}} = 0.0397$$

Non ci sono parametri liberi. Non ci sono aggiustamenti ad hoc. Tutto è geometria pura.

RIFERIMENTI

- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_1: Derivazione deterministica del raggio del protone*. Zenodo.
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_8: Costante di Planck come relazione tra raggi*. Zenodo.
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_11: Geometria fondamentale dell'Universo*. Zenodo.
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_13: Momento magnetico del protone dalla geometria*. Zenodo.
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_0: Einstein-VED - Il Quadro Deterministico che Completa il Programma di Einstein*. Zenodo.
- CODATA 2019. *Recommended Values of the Fundamental Physical Constants*.
- Particle Data Group (2024). *Review of Particle Physics*.

Fine di IT_14