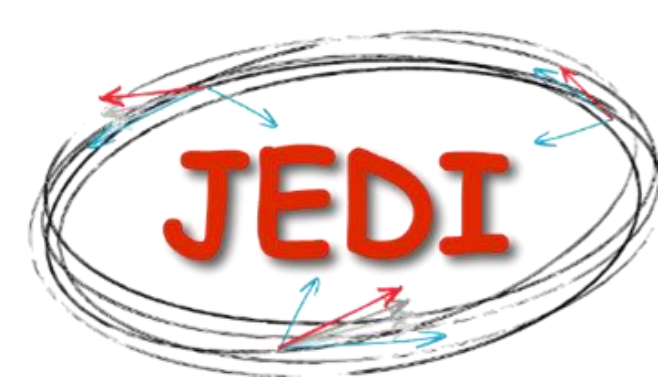




Sviluppo preliminare del modello di spin tune sull'anello di accumulazione ibrido per l'indagine dell'EDM

Anna Piccoli^{1,2}, Rahul Shankar^{1,2}, Paolo Lenisa^{1,2}

per conto delle collaborazioni JEDI e CPEDM

PERCHÉ STUDIARE L'EDM?

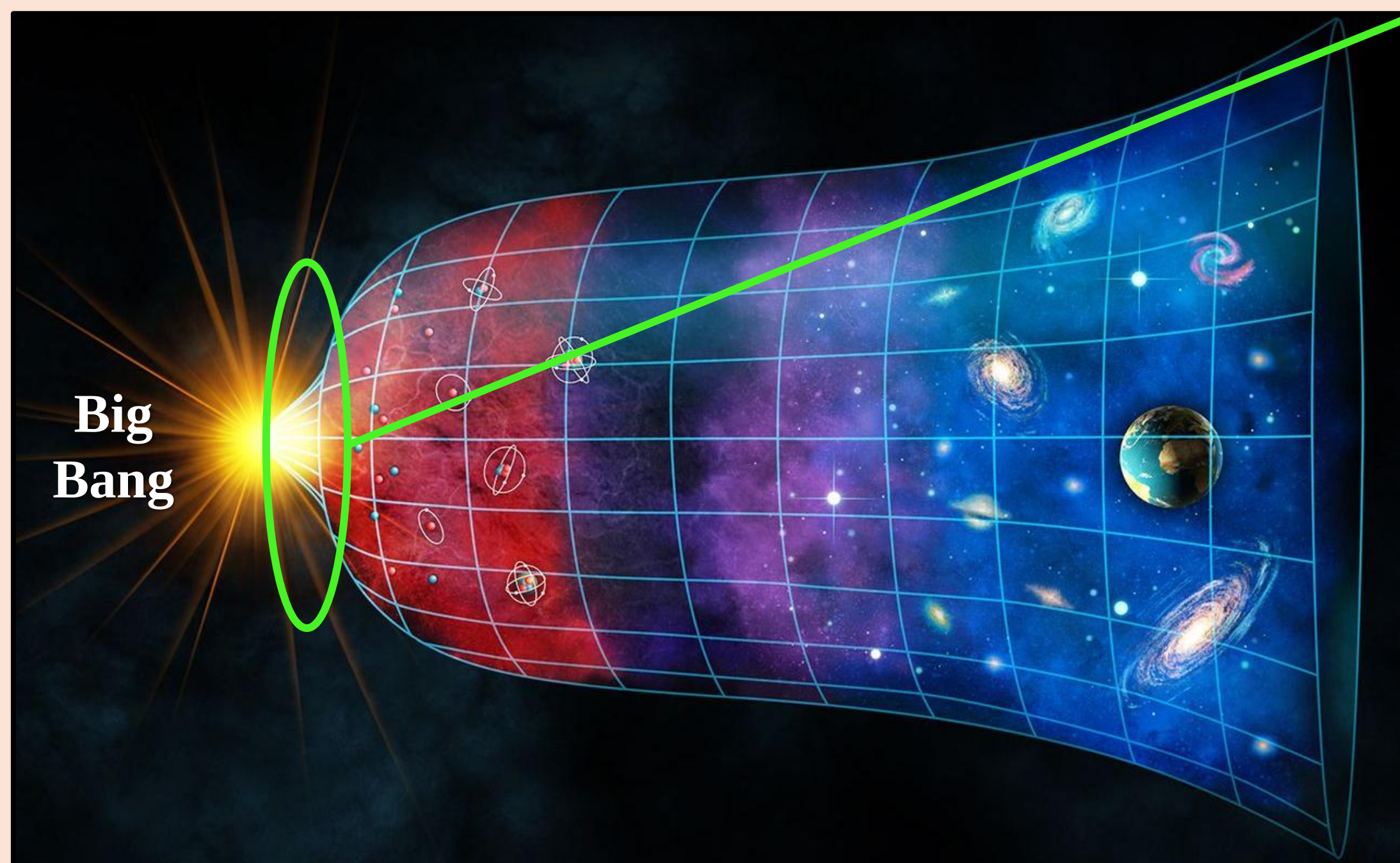
Il **Momento di Dipolo Elettrico (EDM)** è una sonda molto sensibile alla violazione di CP e potrebbe rappresentare lo strumento per risolvere alcune questioni lasciate senza risposta dal Modello Standard (SM), così come esplorare nuova fisica.

COME STUDIARE L'EDM?

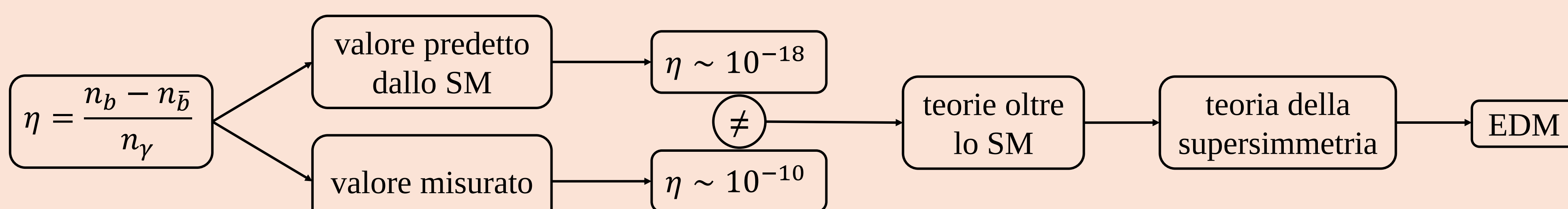
I recenti sviluppi nella tecnologia degli **anelli di accumulazione** hanno permesso di proporre un nuovo metodo per l'indagine dell'EDM. In particolare, è stato appositamente presentato il design di un dispositivo di nuova generazione: l'anello **ibrido***.

PERCHÉ IL MODELLO DI SPIN TUNE?

Uno dei principali parametri coinvolti in questo studio è il **Tempo di Coerenza di Spin (SCT)** che deve essere il più lungo possibile. Per identificare le condizioni che lo massimizzano, è necessario tracciare con estrema precisione lo **spin tune**. A questo scopo, un modello di spin tune è stato sviluppato e poi testato utilizzando Bmad sull'anello ibrido.

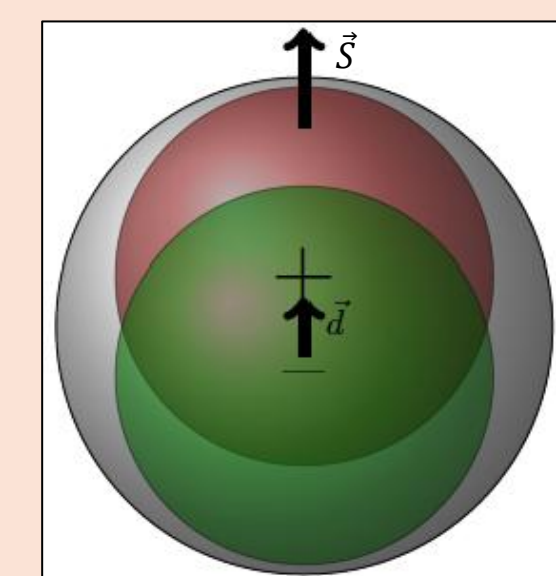


L'**asimmetria barionica** è quantificata del **parametro di asimmetria** (η).



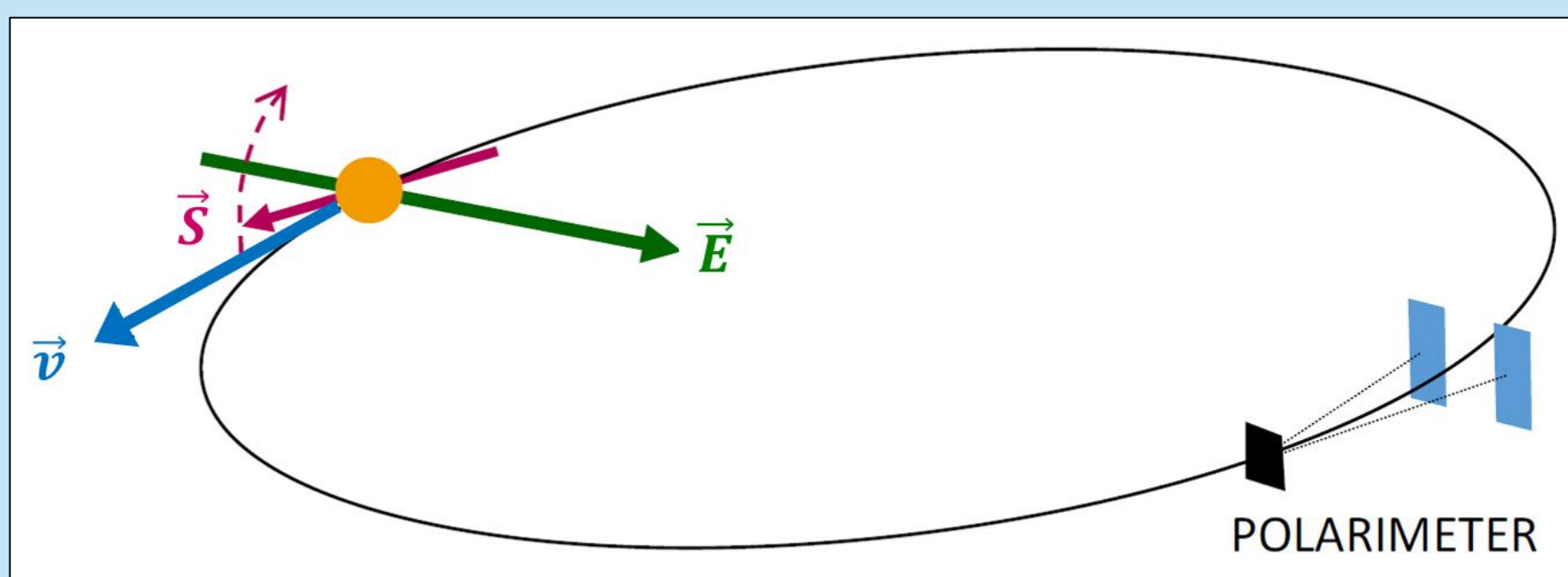
La **bariogenesi** richiede la **violazione di CP**.

L'**EDM** ($\vec{d}$) è una sonda molto sensibile alla violazione di CP. Rappresenta l'asimmetria nella distribuzione di carica rispetto allo spin ($\vec{S}$).

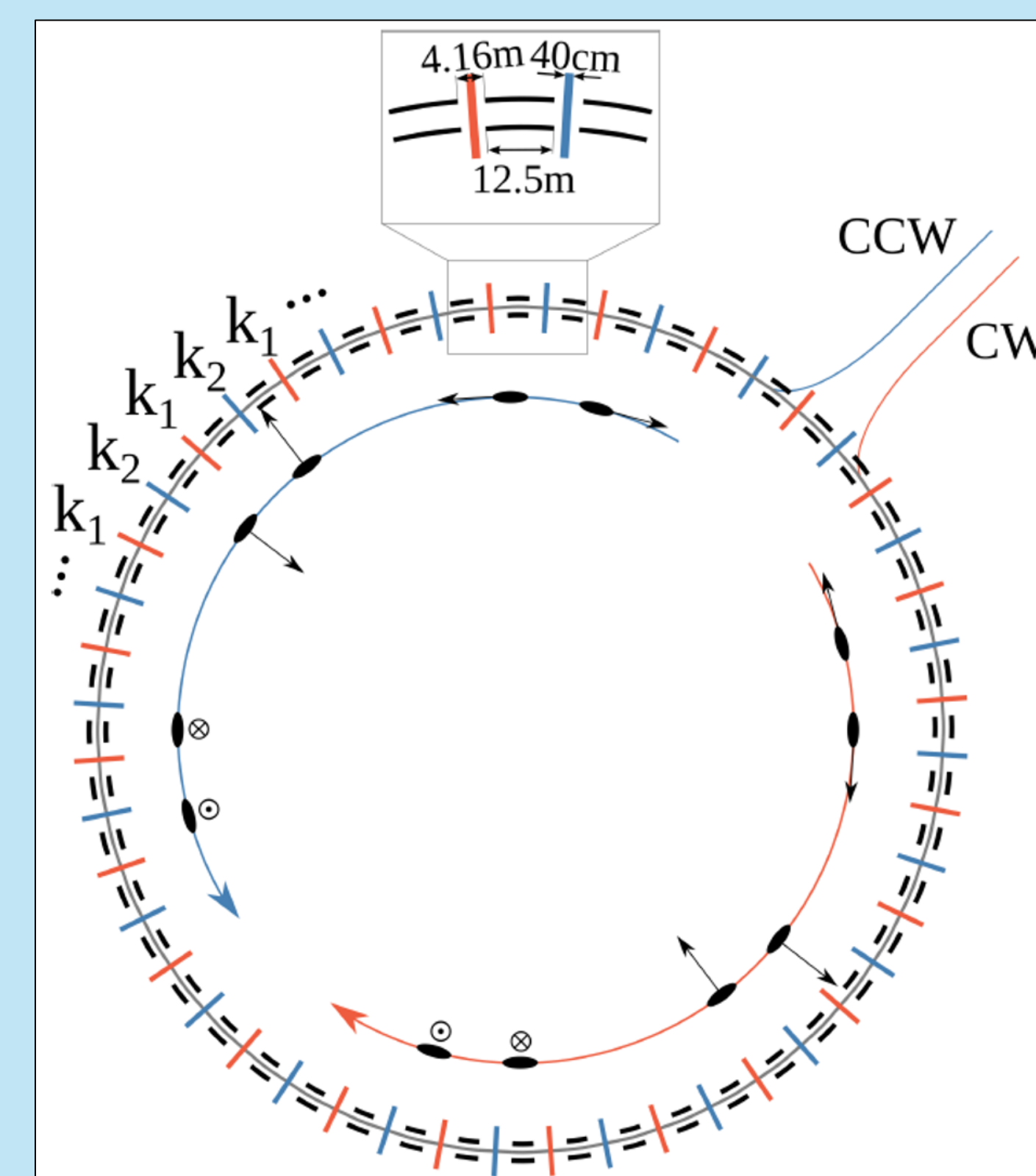


Principio di misura dell'EDM in un anello di accumulazione:

- iniezione di un fascio polarizzato;
- realizzazione della **condizione di frozen spin** ($\vec{S} \parallel \vec{v}$);
- ricerca della rotazione del vettore di polarizzazione ($\vec{S}$) dal piano dell'anello all'asse verticale a causa della sua interazione con un campo elettrico radiale ($\vec{E}$).



anello ibrido $\rightarrow$ deflettori elettrostatici per il confinamento
 $\rightarrow$ quadrupoli magnetici per la focalizzazione



Lo **spin tune** e lo **SCT** sono due quantità strettamente connesse e fondamentali nell'indagine dell'EDM.

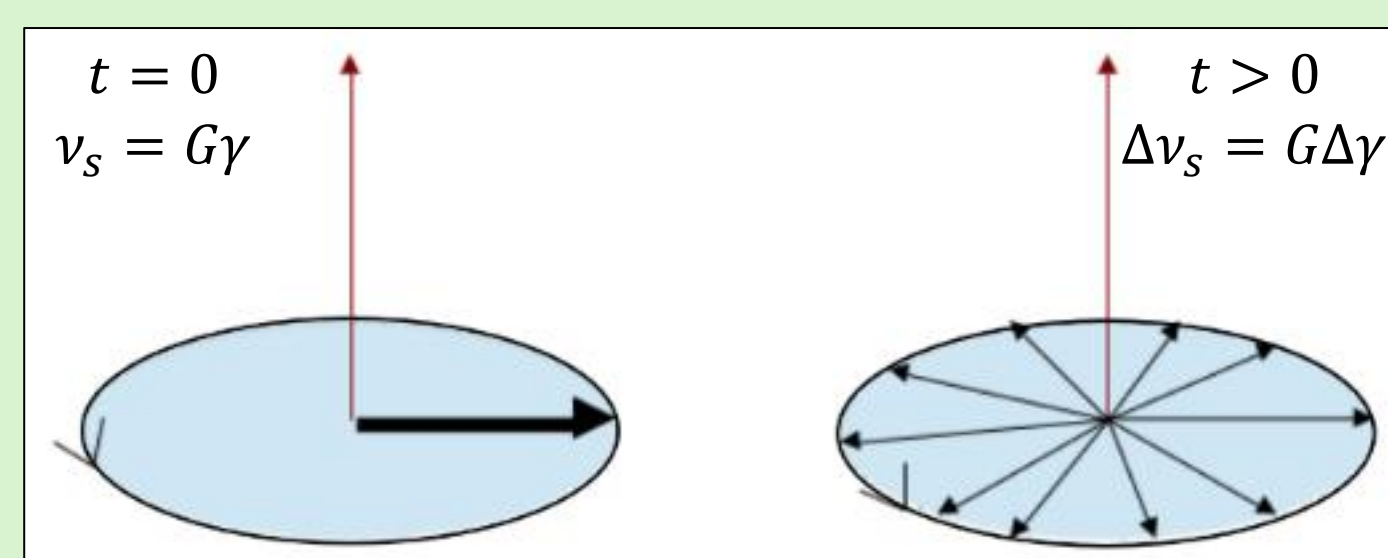
spin tune ($\nu_s = G\gamma$) $\rightarrow$ numero di precessioni di spin attorno all'asse verticale per giro per particella

SCT (τ) $\rightarrow$ tempo durante il quale gli spin delle particelle precedono coerentemente mantenendo una polarizzazione netta
 $\rightarrow$ tempo disponibile per l'esperimento

Qualsiasi meccanismo che produce una variazione della velocità influisce sullo spin tune causando una depolarizzazione.

Per ottenere uno SCT lungo, bisogna minimizzare lo spin tune:

$$(\nu_s)_{min} \rightarrow (\tau)_{max}$$



FORMULA PER L'ALLUNGAMENTO DELL'ORBITA†

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha_0 \delta + \alpha_1 \delta^2 - \frac{\pi}{L} (\epsilon_x \xi_x + \epsilon_y \xi_y)$$

MODELLO PER IL TEMPO DI PERCORRENZA - RF OFF

$$\frac{\Delta t}{t} = \eta_0 \delta + \vec{\epsilon} \cdot \vec{S} + \vec{\epsilon} \cdot (T \vec{\xi})$$

OTTIMIZZAZIONE DELLO SCT

$$(\nu_s)_{min} \rightarrow \langle \nu_s \rangle = 0$$

$$\vec{m} + N \vec{\xi}_{opt} = 0$$

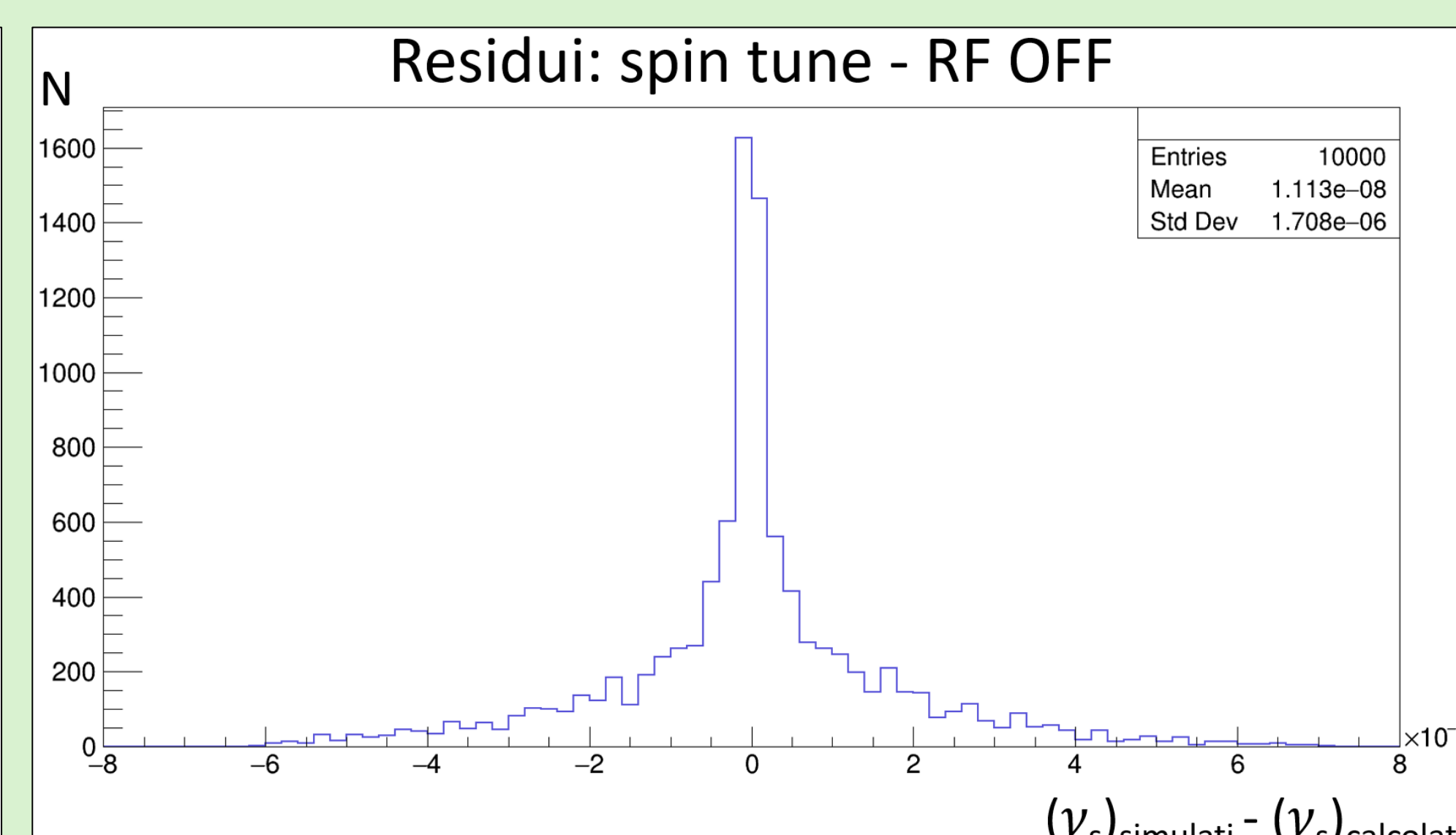
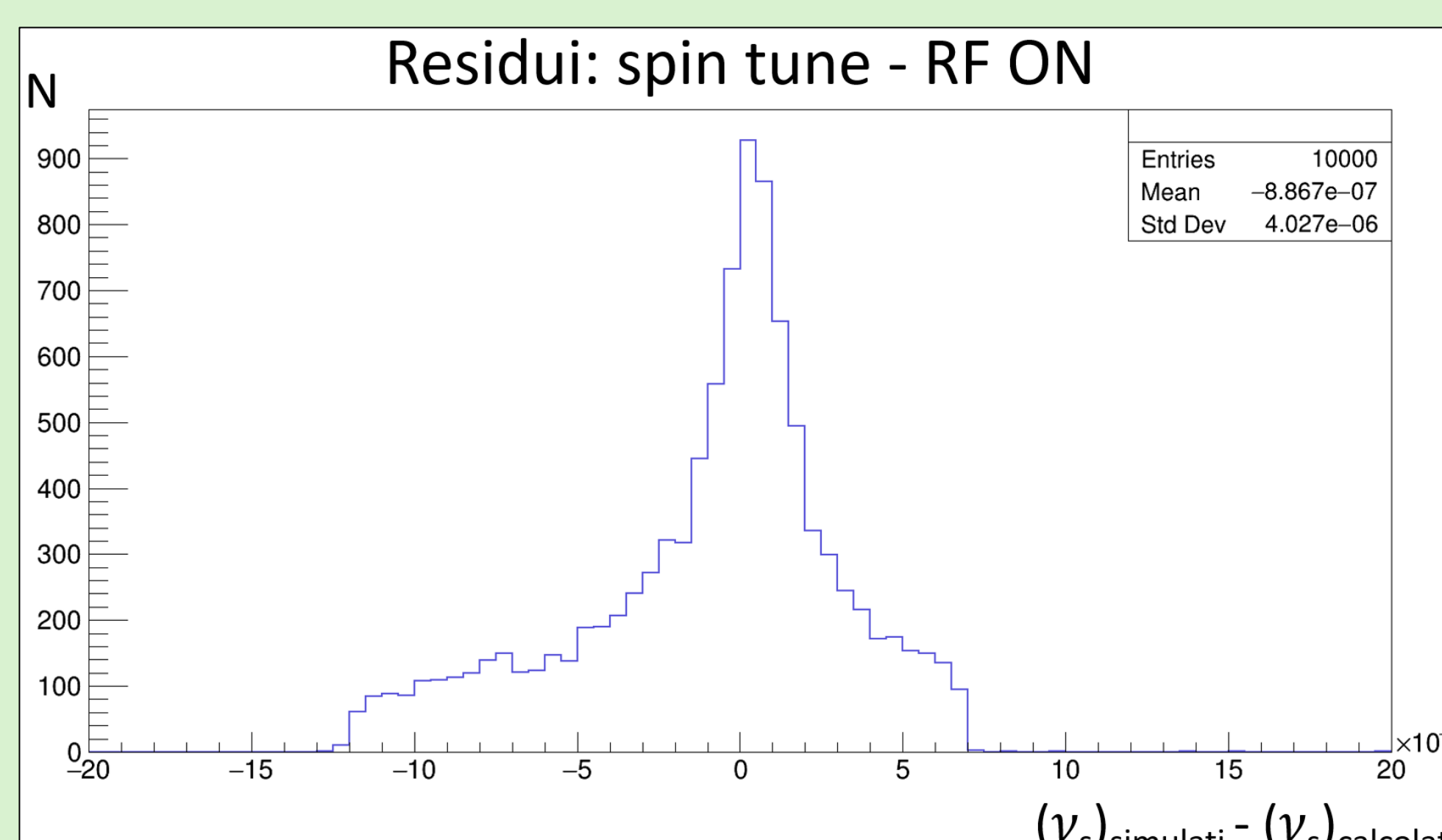
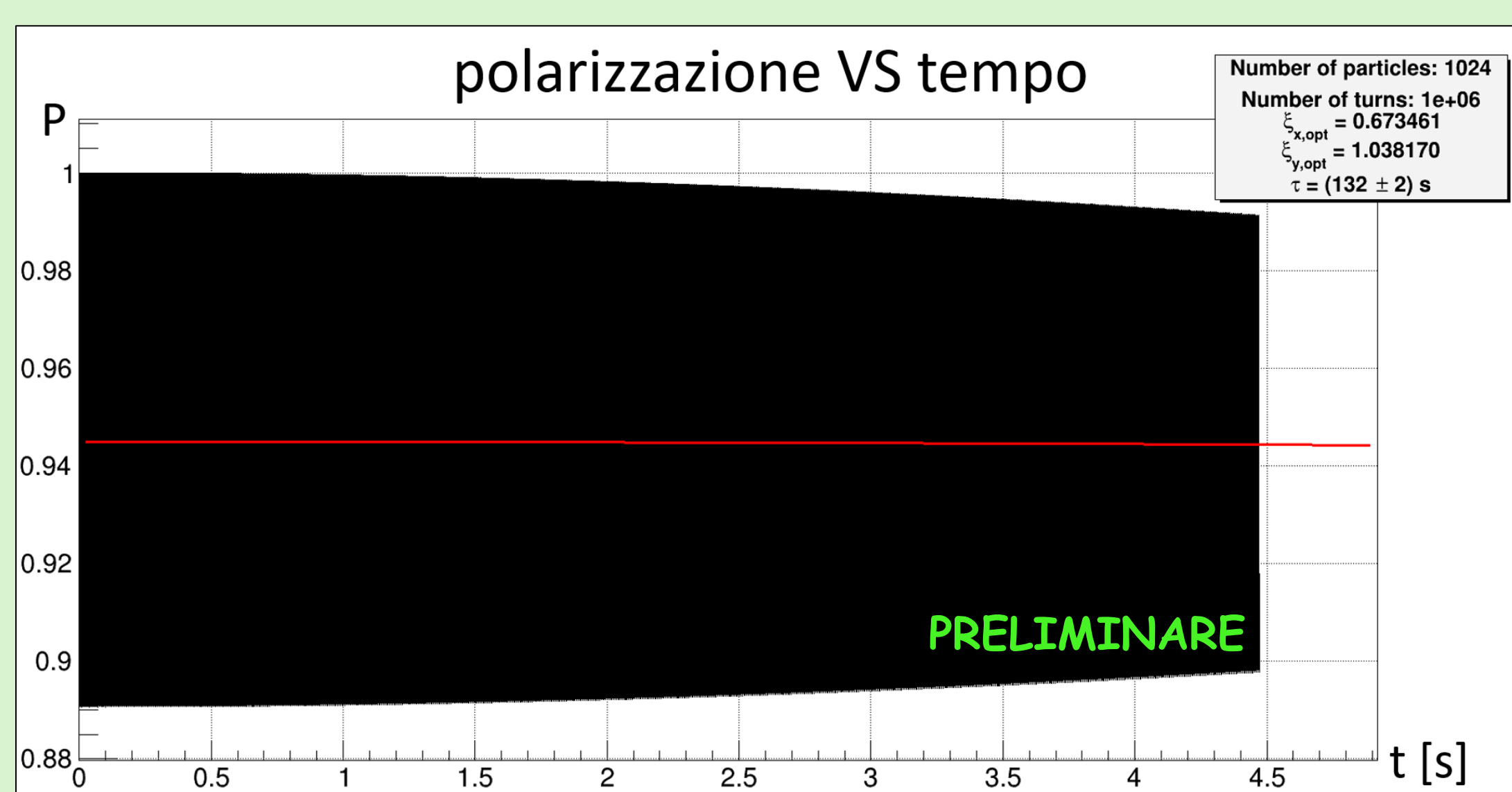
$$\vec{\xi}_{opt} = -(N^{-1}) \vec{m} \rightarrow (\tau)_{max}$$

MODELLO DI SPIN TUNE - RF ON

$$\langle \nu_s \rangle = \langle \vec{\epsilon} \rangle \cdot \vec{m} + \langle \vec{\epsilon} \rangle \cdot (N \vec{\xi})$$

MODELLO DI SPIN TUNE - RF OFF

$$\nu_s = \sigma_0 \delta + \vec{\epsilon} \cdot \vec{v} + \vec{\epsilon} \cdot (W \vec{\xi})$$



Risultati:

- ✓ Il modello di spin tune permette di stimare lo spin tune quando non è misurabile.
- ✓ Dal modello di spin tune è possibile derivare direttamente le proprietà ottiche dell'anello che massimizzano lo SCT.
- ✓ Il modello di spin tune è estendibile ad altri anelli di accumulazione (COSY, PSR, ...) dimostrandosi indipendente dal reticolo.

* Z. Omarov et al., *Comprehensive symmetric hybrid ring design for a proton EDM experiment at below $10^{-29} e \cdot cm$*

† Y. Shoji, *Dependence of average path length betatron motion in a storage ring*