

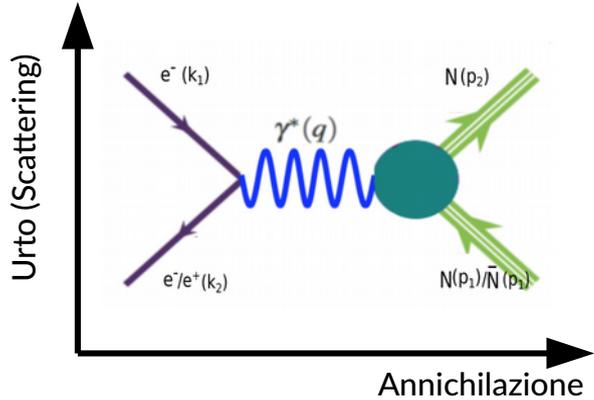
PRIMA MISURA DEL FATTORE DI FORMA MAGNETICO DI SACHS DEL NEUTRONE

GIULIO MEZZADRI (gmezzadr@fe.infn.it)

INFN-IHEP Fellow

In rappresentanza della collaborazione 

IL FATTORE DI FORMA DEL NEUTRONE



Vertice $\gamma n \bar{n}$

$$\Gamma^\mu = \gamma^\mu F_1^N(q^2) + \frac{i\sigma_\nu^\mu q^\nu}{2M} F_2^N(q^2)$$

Fattori di Forma di Sachs

$$G_E = F_1(q^2) + (q^2/4M^2)F_2(q^2)$$

$$G_M = F_1(q^2) + F_2(q^2)$$

Perché è importante studiare il processo $e^+e^- \rightarrow n\bar{n}$?

- 1) Pochi dati disponibili
- 2) Confronto regione di tipo tempo \leftrightarrow Regione di tipo spazio
- 3) Confronto con il protone

BEPCII e BESIII

BEPCII è un collisionatore a fasci leptonici
Opera nella regione di energia tra 2 e 4.6 (4.7) GeV

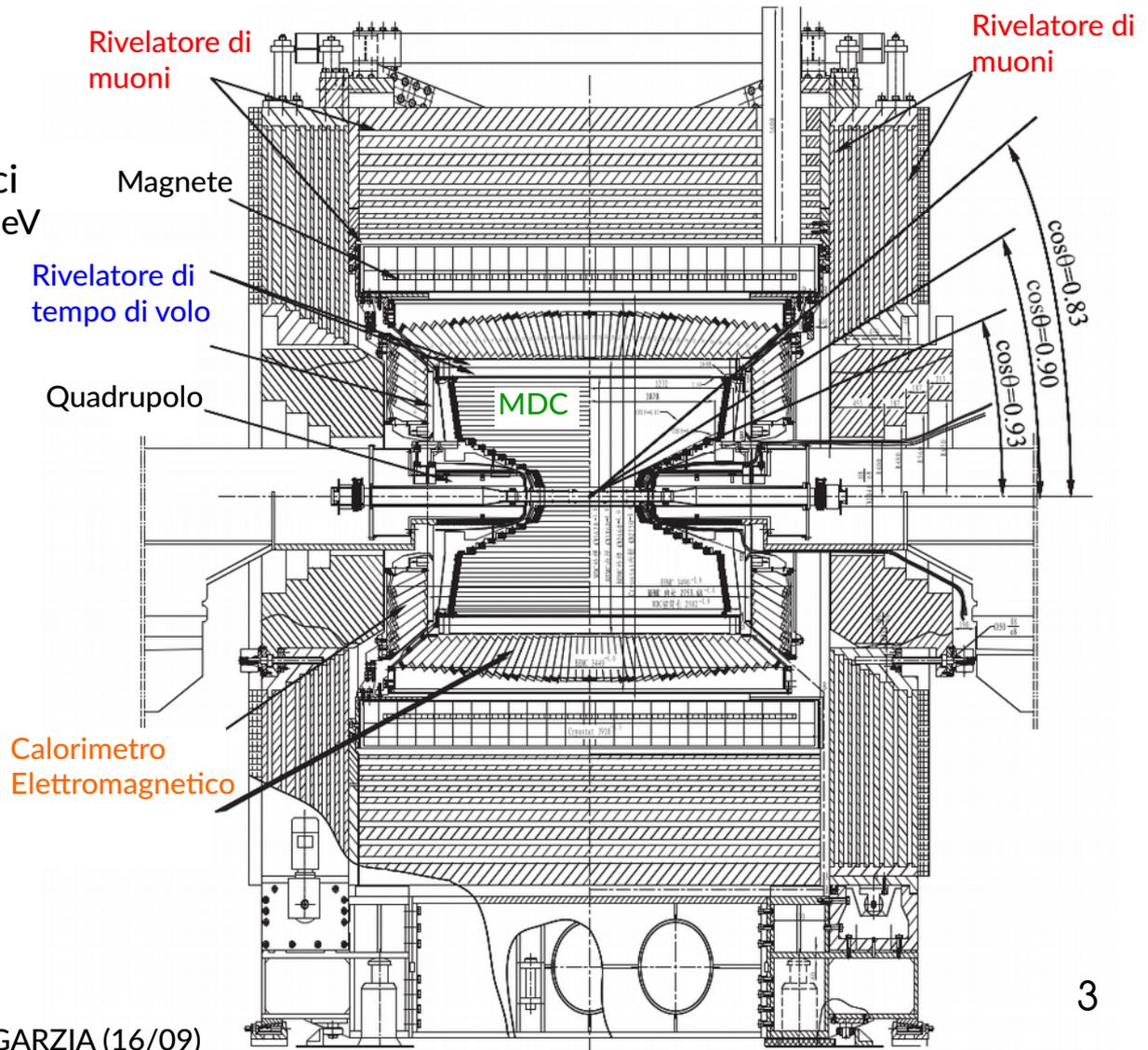
Scansione tra 2 e 3.08 GeV

16 Energie

651 pb⁻¹

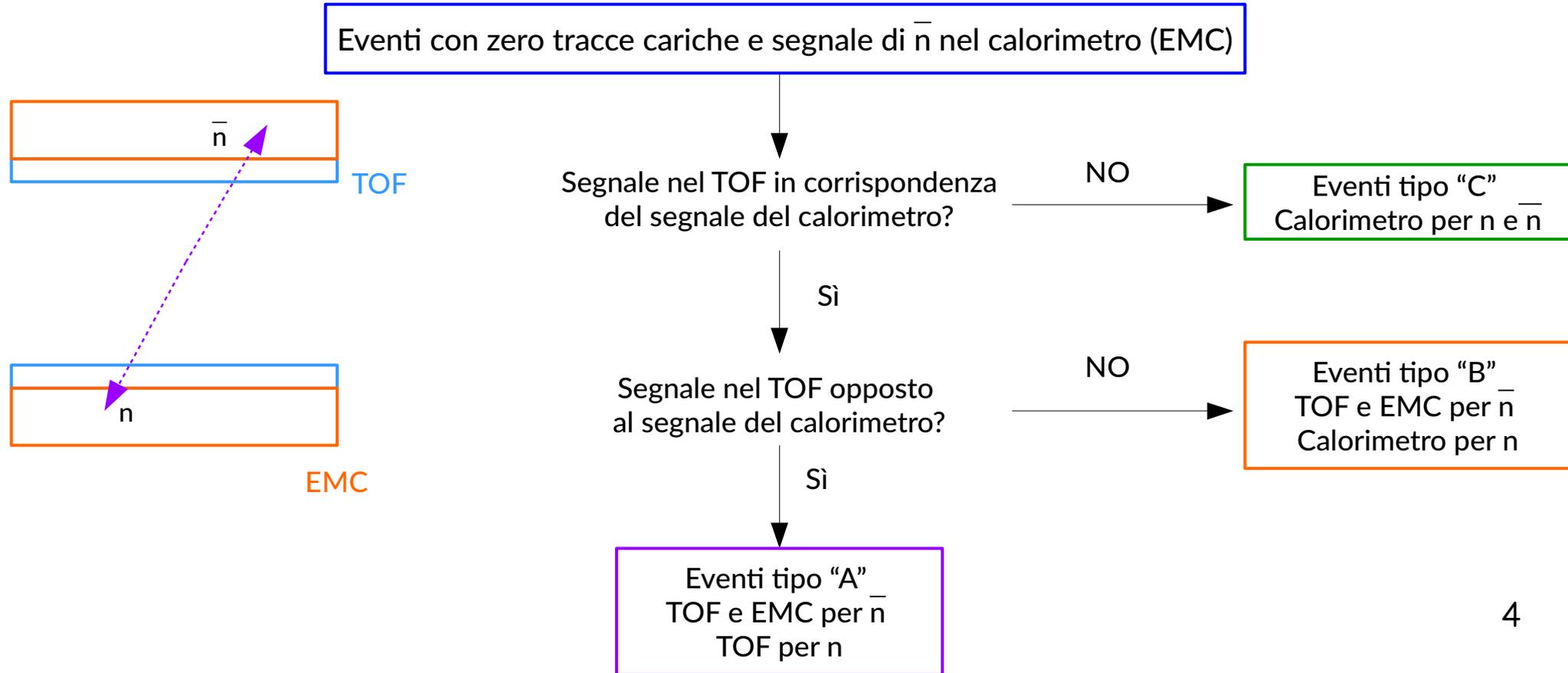
Luminosità di picco

$L = 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (@ 3.77 GeV)



RICOSTRUIRE I NEUTRONI

Strategia per massimizzare l'efficienza e produrre eventi mutuamente esclusivi



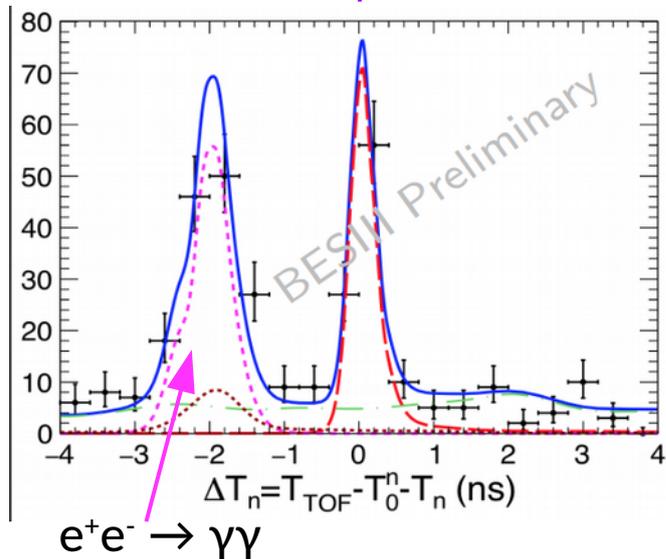
CONTARE I NEUTRONI

$$(EMC + TOF)_{\bar{n}} + (TOF)_n$$

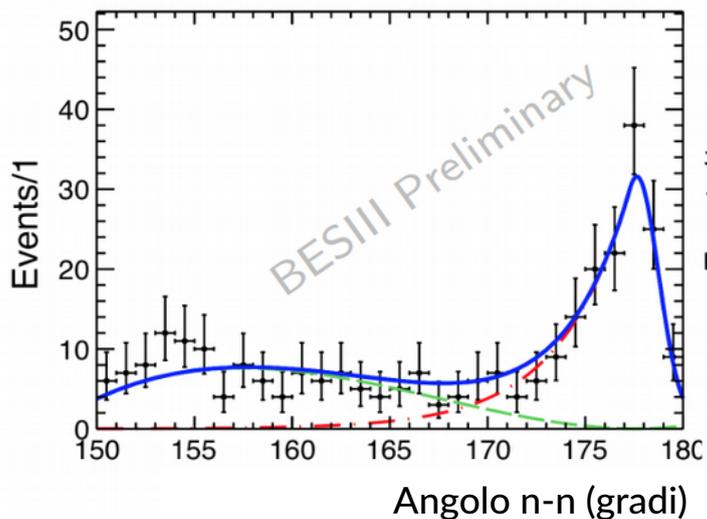
$$(EMC + TOF)_{\bar{n}} + (EMC)_n$$

$$(EMC)_{\bar{n}} + (EMC)_n$$

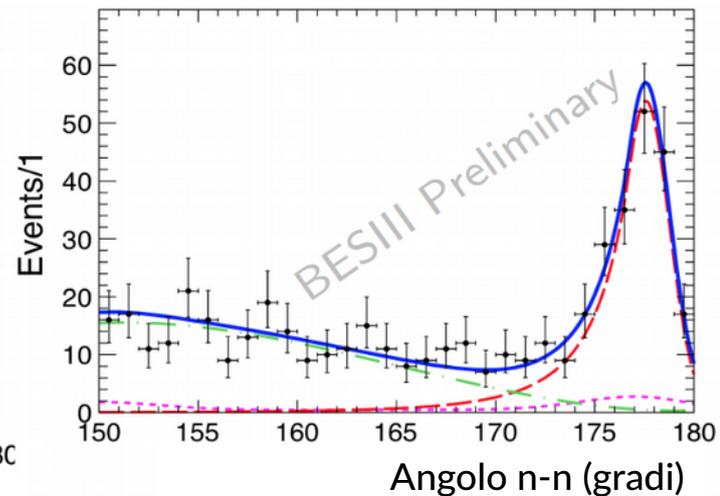
Eventi tipo "A"



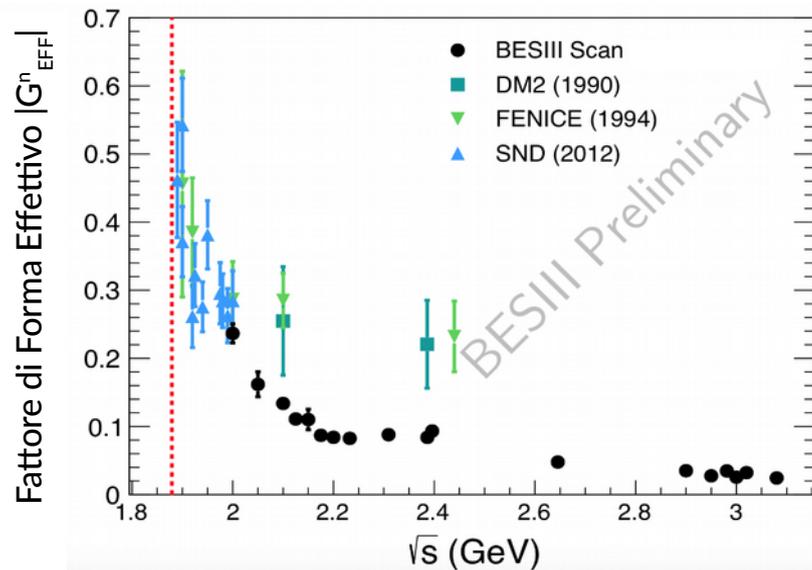
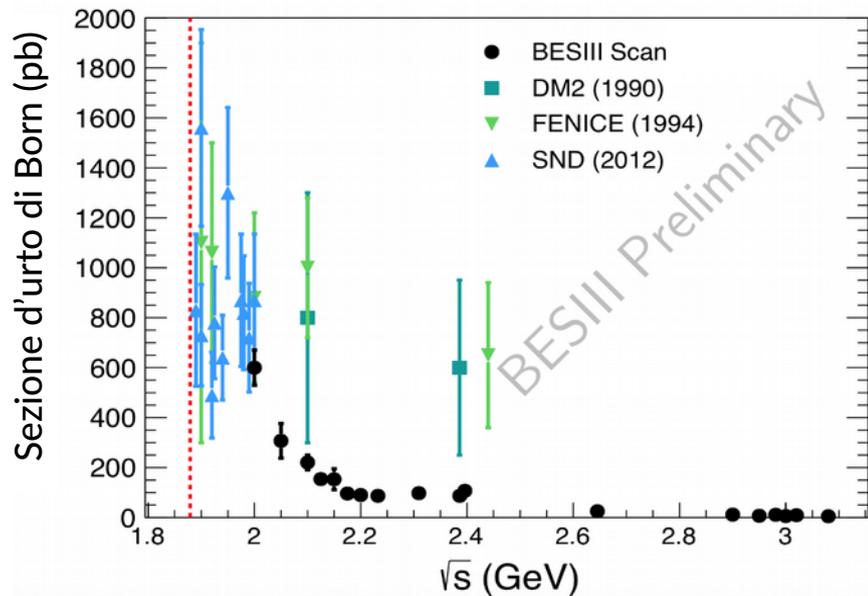
Eventi tipo "B"



Eventi tipo "C"



SEZIONE D'URTO e FATTORE DI FORMA EFFETTIVO



$$\sigma_{\text{Born}} = \frac{N_{\text{data}}}{\epsilon_{n\bar{n}}^{\text{MC}} \times C_{\text{dm}} \times C_{\text{trg}} \times (1 + \delta) \times \mathcal{L}_{\text{Int}}}$$

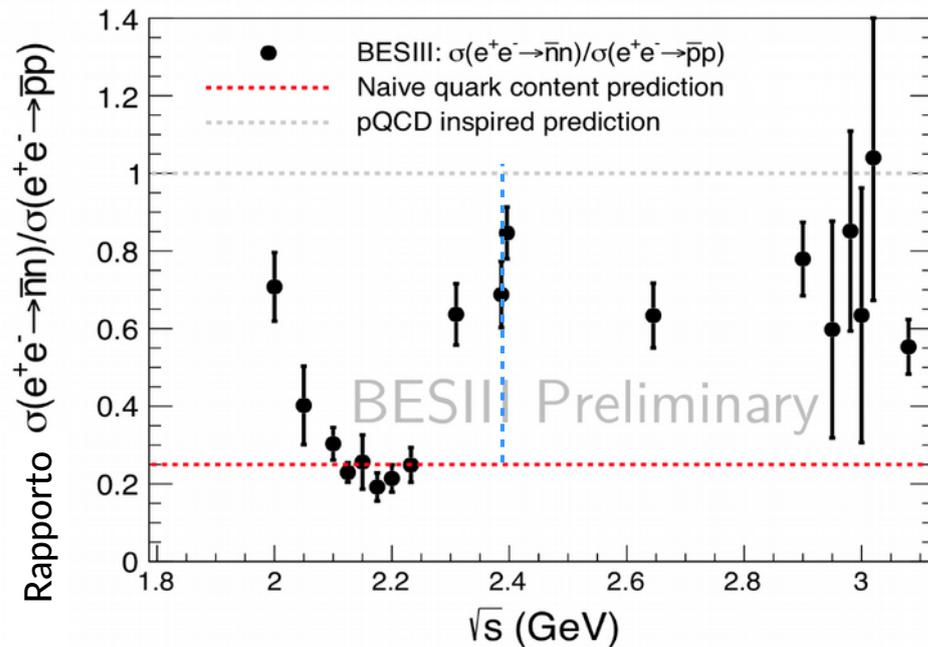
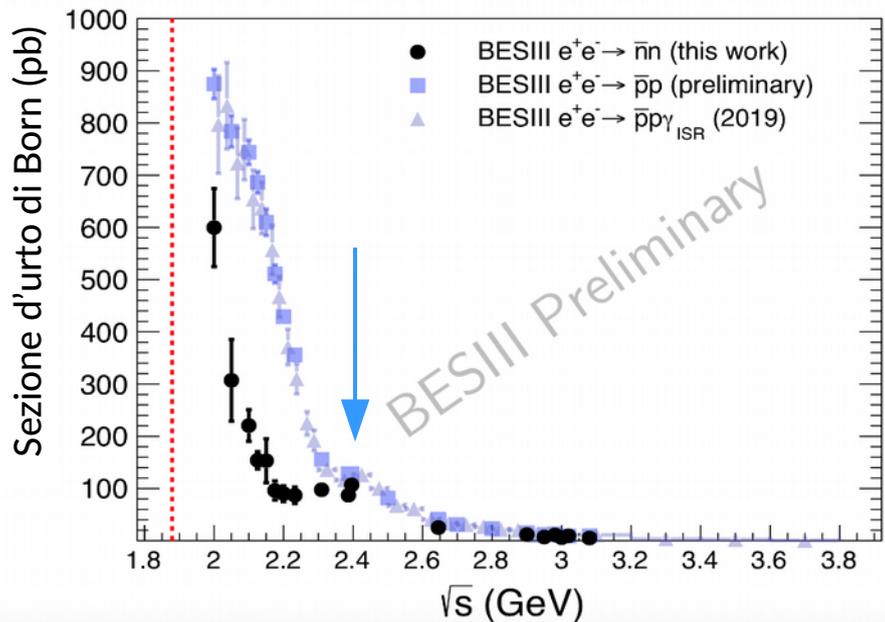
Dati/MC

Correzioni radiative

$$|G_{\text{eff}}| = \left(\frac{3q^2}{4\pi\alpha^2\beta(1 + \frac{2m_n^2}{q^2})} \right)^{\frac{1}{2}} \sqrt{\sigma_{\text{Born}}}$$

Precisione migliore del 10% a 2.396 GeV

PROTONE e NEUTRONE



Rapporto:

$E > 2.4$ GeV

$R \sim 1$

$E < 2.4$ GeV

$R \sim |q_d/q_u|^2 \sim 0.25$

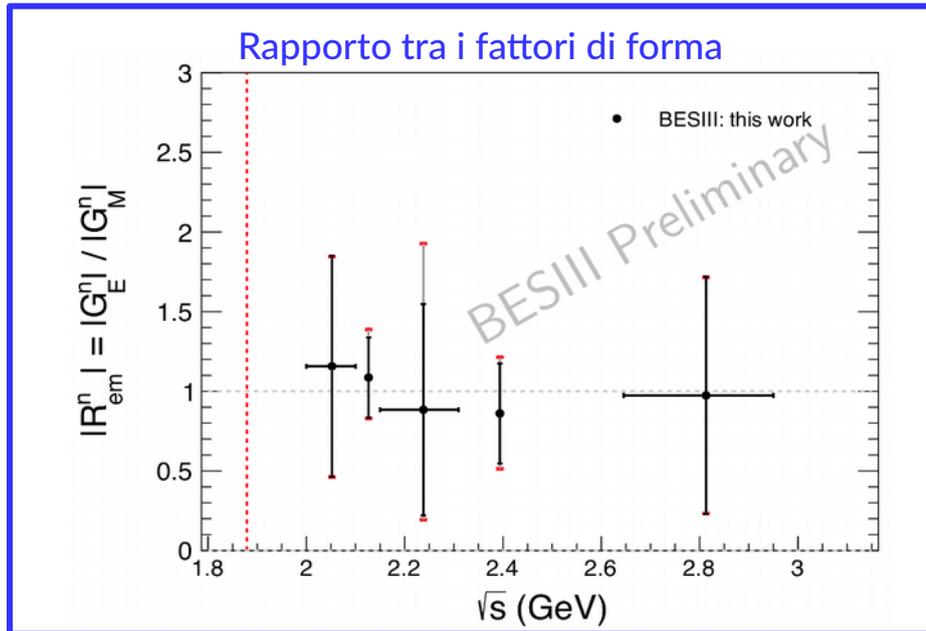
pQCD

interazione elettromagnetica?

ESTRARRE IL FATTORE DI FORMA MAGNETICO - I

Sezione d'urto in funzione dell'angolo

$$\frac{d\sigma_{n\bar{n}}^{\text{Born}}}{d\cos\theta_{\bar{n}}} = \frac{d\mathcal{N}/d\cos\theta_{\bar{n}}}{\epsilon_{n\bar{n}}^{\text{MC}} \times C_{dm} \times C_{trg} \times (1 + \delta) \times \mathcal{L}_{\text{Int}}} = A \times |G_M|^2 \left[(1 + \cos^2\theta_{\bar{n}}) + R_{em}^2 \frac{4M_n^2}{s} (1 - \cos^2\theta_{\bar{n}}) \right]$$



Prima misura in assoluto in questi 5 intervalli

Ancora dominati da errore statistico

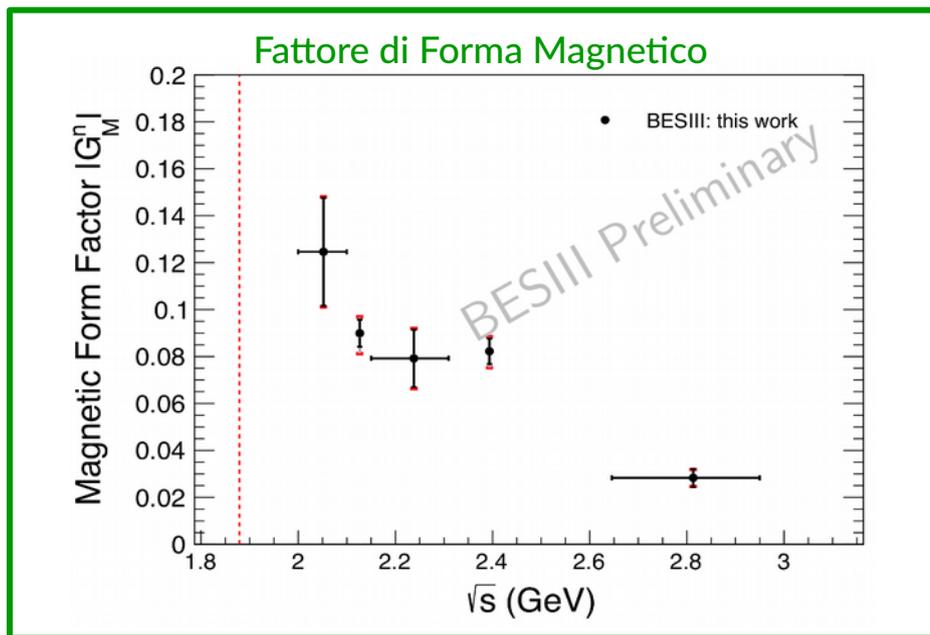
$$R = |G_E/G_M| \sim 1$$

$G_E \neq 0$

ESTRARRE IL FATTORE DI FORMA MAGNETICO - II

Sezione d'urto in funzione dell'angolo

$$\frac{d\sigma_{n\bar{n}}^{\text{Born}}}{d\cos\theta_{\bar{n}}} = \frac{d\mathcal{N}/d\cos\theta_{\bar{n}}}{\epsilon_{n\bar{n}}^{\text{MC}} \times \mathcal{C}_{dm} \times \mathcal{C}_{trg} \times (1 + \delta) \times \mathcal{L}_{\text{Int}}} = A \times |G_M|^2 \left[(1 + \cos^2\theta_{\bar{n}}) + R_{em}^2 \frac{4M_n^2}{s} (1 - \cos^2\theta_{\bar{n}}) \right]$$

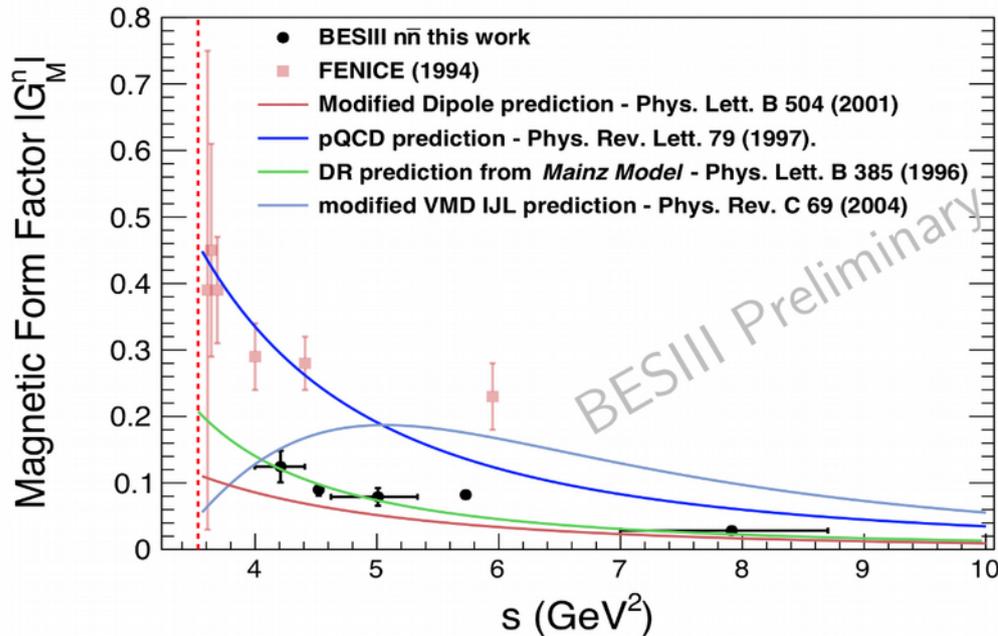


Anche questa prima misura in assoluto!

Precisione ~ 10%

Confronto spazio ↔ tempo

CONFRONTO CON LE PREDIZIONI TEORICHE



Prima misura diretta, dati di FENICE
estratti con ipotesi $G_E = 0$

Modello Mainz tiene conto di tutti i
dati disponibili per protone e neutrone

RIASSUMENDO

- 1) Fondamentale studiare fattori di forma
- 2) Strategia massimizza efficienza sfruttando conoscenza del rivelatore
- 3) Nei prossimi 10 anni BESIII raccoglierà ancora dati per incrementare la precisione

Articolo in preparazione per Nature Physics

GRAZIE! 11