

OPTIQUAL (OPTimization QUantum Algorithm)

Studente: Filippo Fornetti



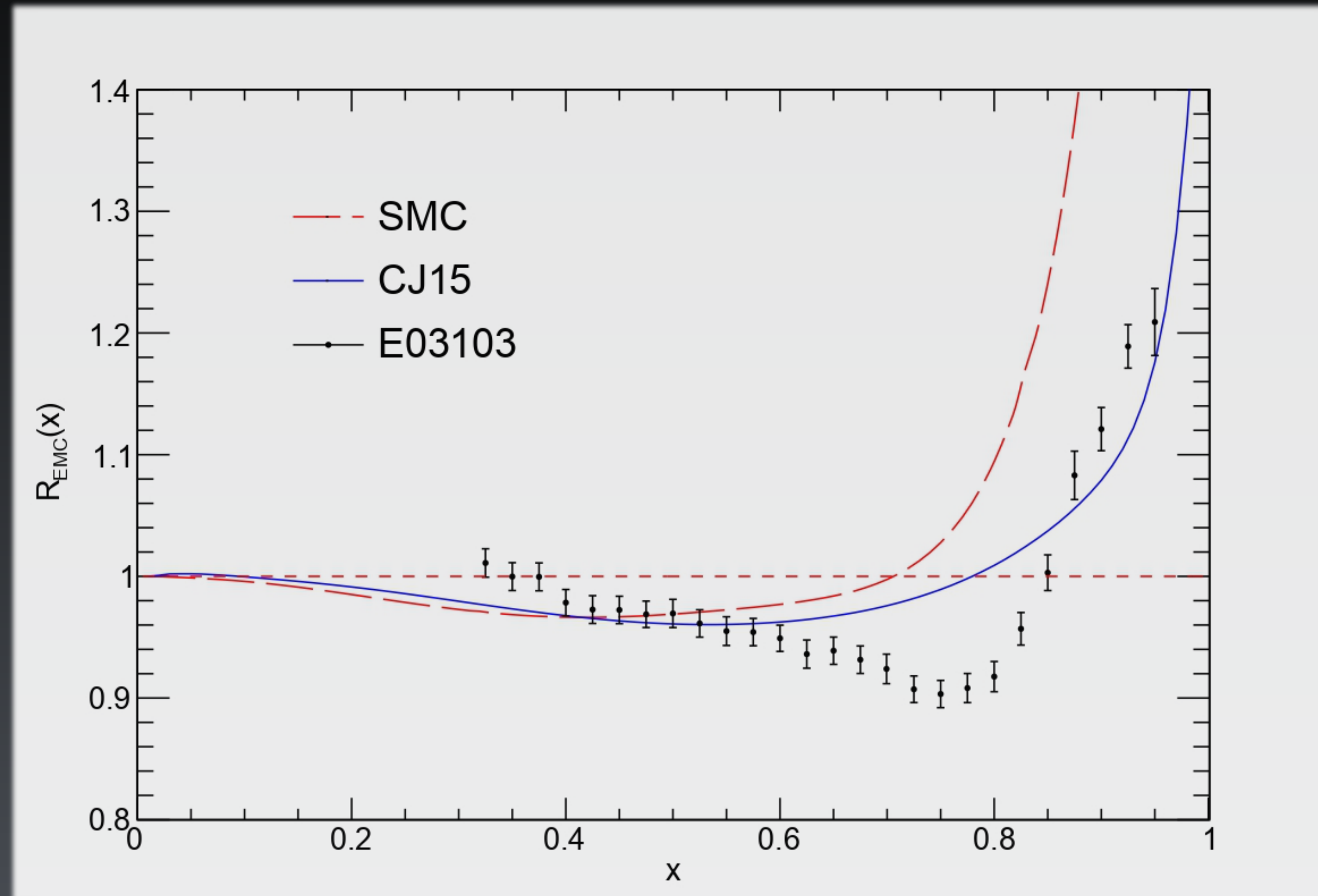
Tutor: Prof. Sergio Scopetta
Prof. Matteo Rinaldi

Background

- Laurea Triennale in Fisica, Università degli Studi di Perugia
 - Tesi di Laurea: “Dibarione H”, Relatore: Prof. Sergio Scopetta
- Laurea Magistrale in Fisica, curriculum Fisica Teorica, Università degli Studi di Perugia
 - Tesi di Laurea: “L’effetto EMC per la particella α in dinamica hamiltoniana Light-Front”, Relatori: Prof. Matteo Rinaldi, Prof. Sergio Scopetta

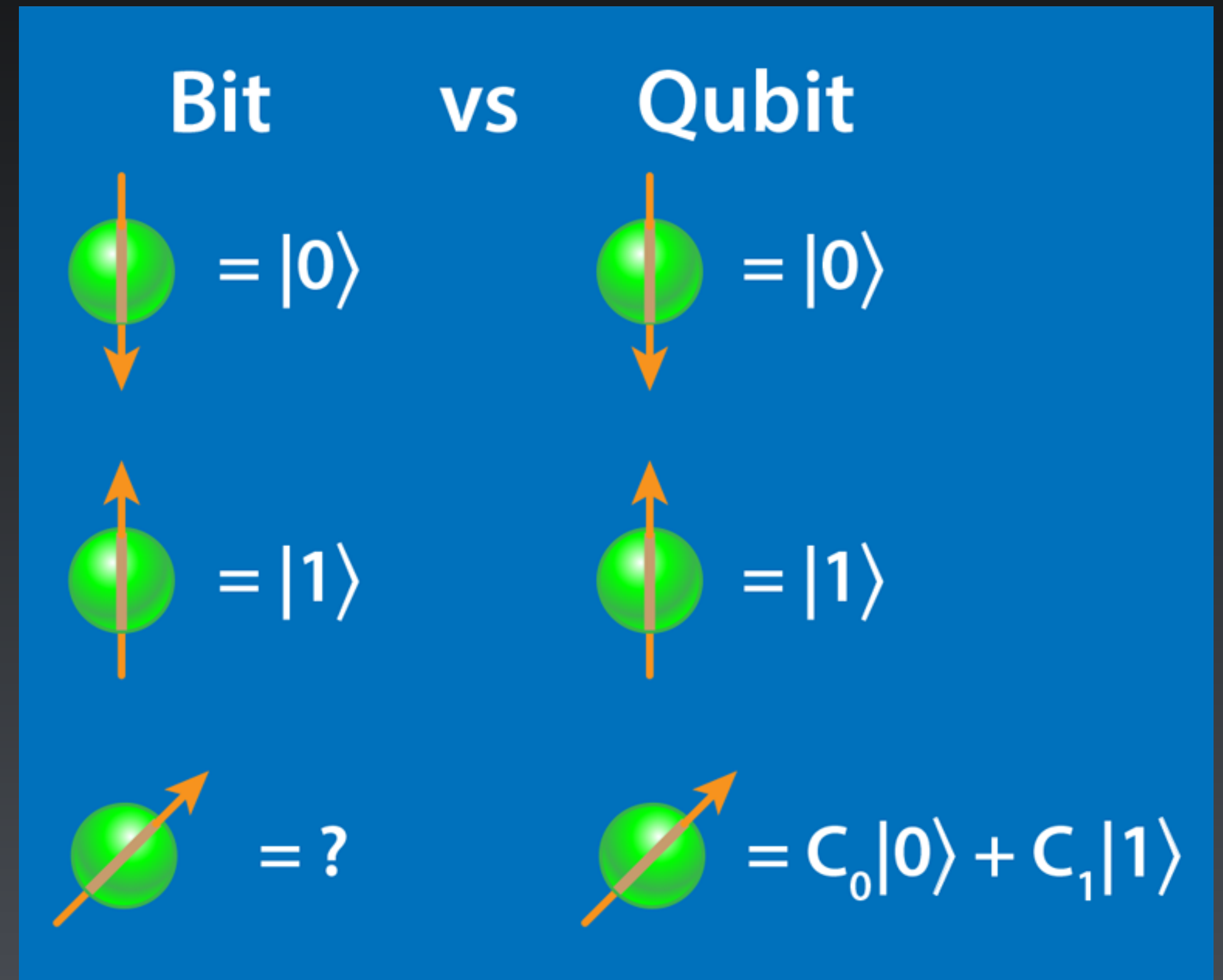
Tesi di Laurea Magistrale

- Effetto EMC per particella α in dinamica hamiltoniana Light-Front
- Estensione del calcolo svolto per l' ${}^3\text{He}$
- Dinamica nucleare inclusa con semplici modelli di potenziale (non realistici)
- Calcolo con potenziale realistico in corso con INFN Pisa, da completare e pubblicare
- Testare contributo dei nucleoni di valenza all'effetto EMC in un calcolo di precisione mai raggiunta fino ad ora



Quantum Computing

- Problemi di ottimizzazione sono problemi tipici in fisica
- Opportunità di studiare problemi di ottimizzazione con Computer Quantistici (QC)
 - Sovrapposizione quantistica ed entanglement: diverso comportamento rispetto ad un computer convenzionale
 - Vantaggio: tempi di elaborazione più brevi



GEVP

- Esempio di problema di ottimizzazione in Fisica nucleare: Equazione di Bethe Salpeter

$$\Phi^N(k, p, J_z) = G_0(p/2 - k)S(p/2 + k) \int \frac{d^4k'}{(2\pi)^4} i\mathcal{K}^{Ld}(k, k', p) \Phi^N(k', p, J_z)$$

- Equazione agli autovalori generalizzata (GEVP): $\hat{A}v = \lambda\hat{B}v$
- Perugia: Coordinato progetto internazionale, approvato da Q@TN, per accedere al D-Wave Quantum Annealer (S.Scopetta (PI) e M.Rinaldi, F.Pederiva (TN), G.Salmè (Roma1), M.Viviani (INFN Pisa), A.Gnech(JLab,USA), T.Frederico (ITA,S. Paolo, Brasile))
- Problema: ricondurre l'equazione ad una forma interpretabile da un QC
- D-Wave Quantum Annealer: equazione deve essere scritta in forma QUBO (QUadratic Binary Optimization)

- QUBO: $\text{argmin} [x_b^t \hat{Q} x_b]$
- x_b vettore binario m-dimensionale
- \hat{Q} matrice mxm
- Implementazione algoritmo in python: traduzione della GEVP in forma QUBO
- Ricerca degli autovalori e degli autovettori della GEVP
- Stato attuale nel quale mi sto inserendo:
 - Algoritmo ok per matrici simmetriche
 - Problemi con matrici non simmetriche (in particolare autovettori)
 - Progetto esteso da Q@TN al prossimo anno

Obiettivi del progetto

- Sviluppare algoritmi interpretabili da D-Wave Quantum Annealer per soluzione di problemi di ottimizzazione emergenti in Fisica
- Estendere l'analisi a macchine quantistiche di diversa architettura (frequenterò a Novembre il workshop Quantum Computing @ INFN a Bologna)
- Adattare gli algoritmi sviluppati alla risoluzione di problemi di interesse generale, in ultima analisi collaborando con l'azienda partner

Grazie per l'attenzione