Spettroscopia degli Adroni Esotici a LHCb

Marco Pappagallo Università degli studi di Bari & INFN

IFAE 1 Aprile 2016, Genova, Italia

SOMMARIO



Studio del mesone X(3872)

- Produzione [EPJC 72 (2012) 1972]
- Misura di massa [EPJC 72 (2012) 1972] [JHEP 06 (2013) 065]
- Misura del Rapporto di Frazionamento $\Gamma(X(3872) \rightarrow \Psi(2S) \gamma)/\Gamma(X(3872) \rightarrow J/\Psi \gamma)$
- ➢ Misura dei numeri quantici J^{PC} = 1⁺⁺ [PRL 110, 222001 (2013)] [PRD92, 011102 (2015)]
- Ricerca di nuovi decadimenti [EPJC 73 (2013) 2462]
- ➢ Conferma dell'esistenza del mesone Z(4430)⁺ nel decadimento B⁰ →ψ(2S) π⁺ K⁻
 - Metodo dei Momenti [PRD92, 112009 (2015)]
 - Analisi a Onde Parziali [PRL 112, 222002 (2014)]
- \succ Osservazione di due Pentaquark P_c⁺ nel decadimento Λ_b →J/ψ p K⁻
 - Metodo dei Momenti [LHCb-PAPER-2016-009 in preparazione]
 - Analisi a Onde Parziali [PRL 115, 07201 (2015)]

<u>Ricerca di un tetraquark X(5568)[±] \rightarrow B⁰_s π^{\pm} [LHCb-CONF-2016-004]</u>

GLI ADRONI ESOTICI SONO DAVVERO così Esotici?



Stati composti da 4 o 5 quarks previsti sin dalla originaria formulazione del modello a quark

Volume 8, number 3 PHYSICS LETTERS 1 February 1964 A SCHEMATIC MODEL OF BARYONS AND MESONS * M. GELL-MANN California Institute of Technology, Pasadena, California Received 4 January 1964 A simpler and more elegant scheme can be constructed if we allow non-integral values for the charges. We can dispense entirely with the basic baryon b if we assign to the triplet t the following properties: spin $\frac{1}{2}$, $z = -\frac{1}{3}$, and baryon number $\frac{1}{3}$. We then refer to the members $u^{\frac{1}{3}}$, $d^{-\frac{1}{3}}$, and $s^{-\frac{1}{3}}$ of the triplet as "quarks" 6) q and the members of the anti-triplet as anti-quarks q. Baryons can now be constructed from guarks by using the combinations (qqq), $(qqqq\bar{q})$ etc., while mesons are made out of $(q\bar{q})$, $(qq\bar{q}\bar{q})$, etc. It is assuming that the lowest

baryon configuration (qqq) gives just the represen-

tations 1, 8, and 10 that have been observed, while



IFAE 2016, Genova

Osservazione di due pentaquarks $P_c^+ \rightarrow J/\psi$ p Analisi ad onde parziali del decadimento $\Lambda_b \rightarrow J/\psi$ p K⁻



IFAE 2016, Genova



PRIMO TENTATIVO: SOLO STATI ECCITATI $\land * \rightarrow pK$



[LHCb: PRL 115, 07201 (2015)]



Risultato di un fit in cui sono usate tutte le Λ^* conosciute: la proiezione nello spettro m_{Kp} descrive i dati in maniera soddisfacente, ma...

IFAE 2016, Genova

PRIMO TENTATIVO: SOLO STATI ECCITATI $\land * \rightarrow pK$



[LHCb: PRL 115, 07201 (2015)]



> ...la proiezione nello spettro J/ψ p indica chiaramente l'assenza di qualche contributo

> Successivi tentativi (con scarso successo): contributo non risonante, stati eccitati Σ^* , oppure stati eccitati Λ^* non ancora osservati

IFAE 2016, Genova

RISULTATO FINALE: DUE NUOVI PENTAQUARK $P_c \rightarrow J/\Psi p$

[LHCb: PRL 115, 07201 (2015)]



<u>Due Pentaquarks nello spettro m(J/ψ p)</u>

> Migliori risultati ottenuti con J^P= $(3/2^{-}, 5/2^{+})$, ma altre combinazioni non possono essere escluse: $(3/2^{+}, 5/2^{-}) \& (5/2^{+}, 3/2^{-})$

IFAE 2016, Genova



I DIAGRAMMI DI ARGARD

[LHCb: PRL 115, 07201 (2015)]

Parametrizzazione alternativa dell'ampiezza e della fase dei due P_c⁺: 12 punti liberi nel piano complesso



Carattere risonante di P_c(4450)⁺ evidente

IFAE 2016, Genova

Ricerca di strutture nello spettro di massa invariante $B_s^{\ 0}\pi^{\pm}$

$X(5568) \pm B_{\rm s}^0 \pi^{\pm}$

[DØ: arXiv:1602.07588]



IFAE 2016, Genova

SELEZIONE DI UN CAMPIONE DI MESONI B_s A LHCb



LHCb-CONF-2016-004

→ RUN I (3 fb⁻¹)

➢ Selezione finalizzata ad ottenere un campione molto puro di B_s :

- $\checkmark B_s^{\ 0} \rightarrow D_s^{\ -}\pi^+ \text{ and } B_s^{\ 0} \rightarrow J/\psi \phi$
- ✓ Selezione ispirata ad analisi precedenti: $B^{**} \rightarrow B\pi \in B_s^{**} \rightarrow BK$
- ✓ Risultati mostrati per $p_T(B_s^{0}) > 5 \text{ GeV/c e } p_T(B_s^{0}) > 10 \text{ GeV/c}$ (quest'ultimo usato nella selezione di DØ)



Campione di $B_s 20$ volte piú grande di quello selezionato a DØ

IFAE 2016, Genova



IFAE 2016, Genova



IFAE 2016, Genova

COME DOVREBBE APPARIRE L'IPOTETICO SEGNALE SE....



LHCb-CONF-2016-004

$$\dots \rho_X^{\text{LHCb}} = \rho_X^{\text{DØ}} = 8.6\% ?$$

COME DOVREBBE APPARIRE L'IPOTETICO SEGNALE SE....



LHCb-CONF-2016-004

$$\dots \rho_X^{\text{LHCb}} = \rho_X^{\text{DØ}} = 8.6\% ?$$

 $(p_T(B_s) > 10 \text{ GeV/c})$



IFAE 2016, Genova

CONCLUSIONI & PROSPETTIVE

$\sim Osservazione~di~due~Pentaquarks~P_{c}^{+}$

| | M (MeV) | Γ (MeV) |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| P _c (4380) ⁺ | $4380 \pm 8 \pm 29$ | $205 \pm 18 \pm 86$ |
| P _c (4450) ⁺ | $4449.8 \pm 1.7 \pm 2.5$ | $39 \pm 5 \pm 19$ |

 $\begin{array}{l} \succ \textit{Nessun segnale di X(5568)^{\pm} a LHCb} \\ \rho_X^{\rm LHCb}(B_s^0 \ p_T > \ 5 \ {\rm GeV}/c) &< 0.009 \ (0.010) \ @ \ 90 \ (95) \ \% \ {\rm CL} \\ \rho_X^{\rm LHCb}(B_s^0 \ p_T > 10 \ {\rm GeV}/c) &< 0.016 \ (0.018) \ @ \ 90 \ (95) \ \% \ {\rm CL} \end{array}$

Piani Futuri

➢ Ricerca dei 2 pentaquark in decadimenti differenti: (e.g.) Λ_b →J/ψ p π

Ricerca dei partner di isosopin

Ricerca di altri stati distintivi: (e.g.) ccdu oppure pentaquarks con carica +3