

# Evidence of an anomalous like-sign dimuon charge asymmetry

<http://www-d0.fnal.gov/Run2Physics/WWW/results/final/B/B10A/B10A.pdf>

# Osservazioni generali

- L'analisi e' quasi interamente data driven
  - Le uniche quantita' ricavate dal MC sono molto basilari, tipo molteplicita' di pioni e K in ppbar
- Dzero flippa la polarita' del campo magnetico ogni ~ 2 settimane, questo elimina molte sistematiche
- L'articolo e' scritto da cani

# Cosa si vuole misurare

- E' una misura di CPV nei B, “integrata” sul flavor (essendo inclusiva non distingue  $B_d$  e  $B_s$ )
- CPV nel sistema  $B_s$  e' trascurabile nello SM
- Nell'analisi si vuole misurare

$$A_{sl}^b \equiv \frac{N_b^{++} - N_b^{--}}{N_b^{++} + N_b^{--}}$$

- Nello SM il contributo per ogni B vale

$$a_{sl}^q = \frac{\Delta\Gamma_q}{\Delta M_q} \tan \phi_q$$

- Per cui la predizione per l'asimmetria e'

$$A_{sl}^b(\text{SM}) = (-2.3_{-0.6}^{+0.5}) \times 10^{-4}$$

- Questa equivale anche all'asimmetria di carica per i decadimenti semileptonici con “wrong charge” (dovuta al mixing del B)

$$a_{sl}^b \equiv \frac{\Gamma(\bar{B} \rightarrow \mu^+ X) - \Gamma(B \rightarrow \mu^- X)}{\Gamma(\bar{B} \rightarrow \mu^+ X) + \Gamma(B \rightarrow \mu^- X)} = A_{sl}^b$$

- Per cui l'asimmetria e' determinata misurando le due osservabili

$$A \equiv \frac{N^{++} - N^{--}}{N^{++} + N^{--}}$$

$$a \equiv \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$$

# Tecnica di misura

- Misurare l'asimmetria di carica di singolo e doppio muone, sottraendo gli effetti di rivelatore e il fondo
- Dividono i muoni in S (“short”) e L (“long”)
  - S = muoni da b,c,tau e risonanze leggere
  - L = muoni da K, pioni e punch-through
- Le asimmetrie  $a$  e  $A$  sono determinate così:

$$a = f_S(a_S + \delta) + f_K a_K + f_\pi a_\pi + f_p a_p$$

$$\begin{aligned} A &\equiv \frac{N^{++} - N^{--}}{N^{++} + N^{--}} \\ &= F_{SS} A_S + F_{SL} a_S \\ &\quad + (2 - F_{\text{bkg}}) \Delta + F_K A_K + F_\pi A_\pi + F_p A_p \end{aligned}$$

# Selezione

## Uno sguardo sul nostro futuro

The single muon and dimuon triggers used in this analysis are based on the information provided by the muon detectors, combined with the tracks reconstructed by the tracking system. The single muon triggers with the lowest  $p_T$  threshold are prescaled at high instantaneous luminosity, have a higher average  $p_T$  threshold than the dimuon triggers and cover a smaller range of pseudorapidity than the dimuon triggers.

- Muoni con  $1.5 < p_T < 25$  GeV e  $|\eta| < 2.2$
- Richiesta che i muoni passino nello spettrometro
- Selezione sugli hit nel tracking
- Vertice primario con i muoni deve avere almeno 5 tracce
- Se 2 muoni,  $m(2\mu) > 2.8$  GeV
- Se  $> 2$  muoni, scelti i due a piu' alto  $p_T$

# Misura di $f_k$ e $F_k$

Si considera il decadimento  $K^{*0} \rightarrow K^+ \pi^-$  con  $K$  misidentificato e la frazione di  $K^{*0}$  ricostruiti nel campione di singolo mu:

$$f_{K^{*0}} = \epsilon_0 f_K R(K^{*0})$$

Analogamente si considera il decadimento  $K^{*+} \rightarrow K_S \pi^+$

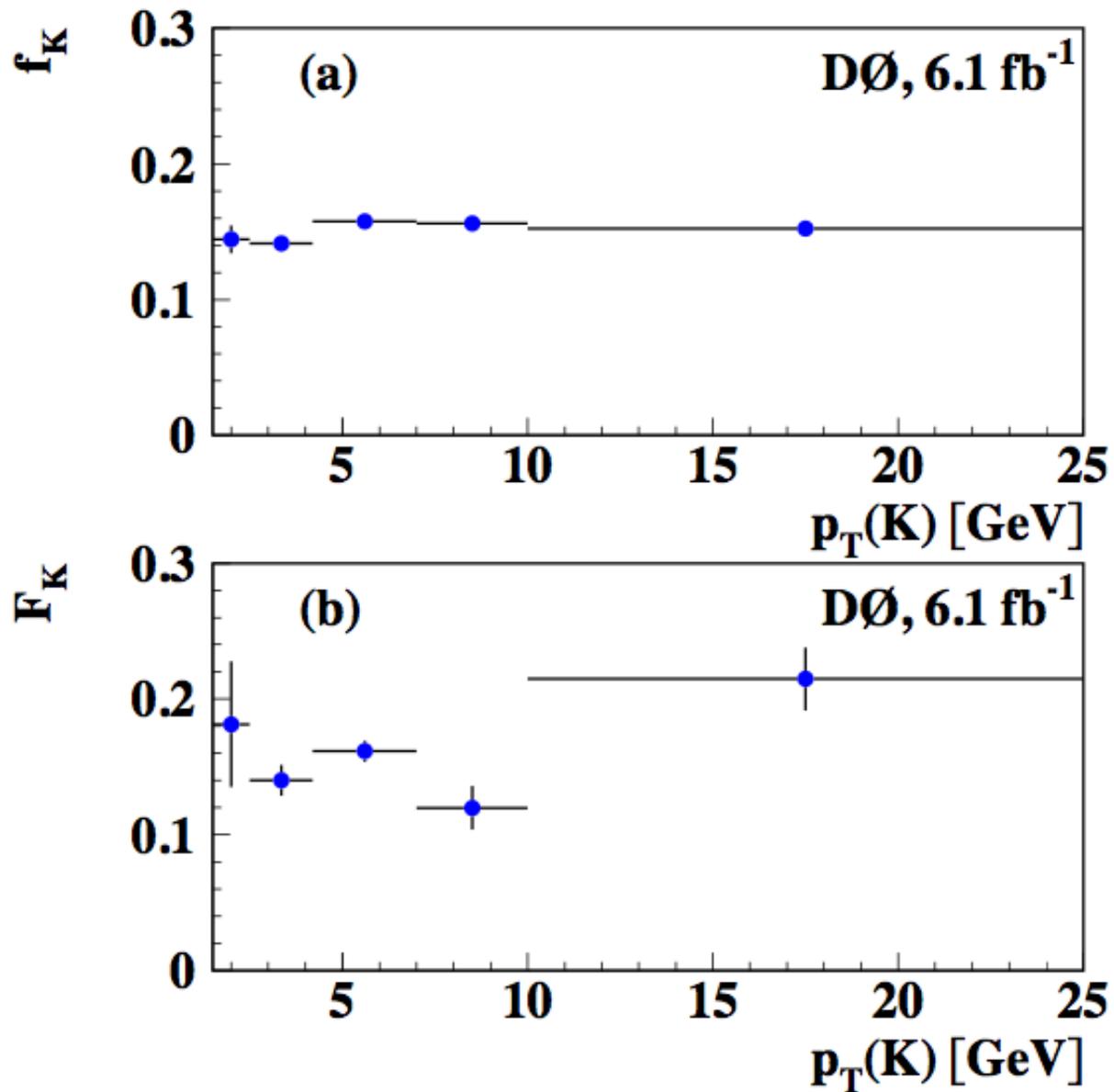
$$N(K^{*+} \rightarrow K_S \pi^+) = \epsilon_c N(K_S) R(K^{*+})$$

Si usa l'invarianza di isospin:  $R(K^{*0}) = R(K^{*+})$

Si assume che l'efficienza sul pione sia la stessa e si trova

$$f_K = \frac{N(K_S)}{N(K^{*+} \rightarrow K_S \pi^+)} f_{K^{*0}} \quad F_K = \frac{N(K_S)}{N(K^{*+} \rightarrow K_S \pi^+)} F_{K^{*0}}$$

# Misura di $f_k$ e $F_k$



# Misura di $f_{\pi}, f_{\rho}, F_{\pi}, F_{\rho}$

Anzitutto determinano

$$\frac{P(\pi \rightarrow \mu)}{P(K \rightarrow \mu)} = \frac{N_{\mu}(K_S)/N_{\text{tr}}(K_S)}{N_{\mu}(\phi)/N_{\text{tr}}(\phi)}$$

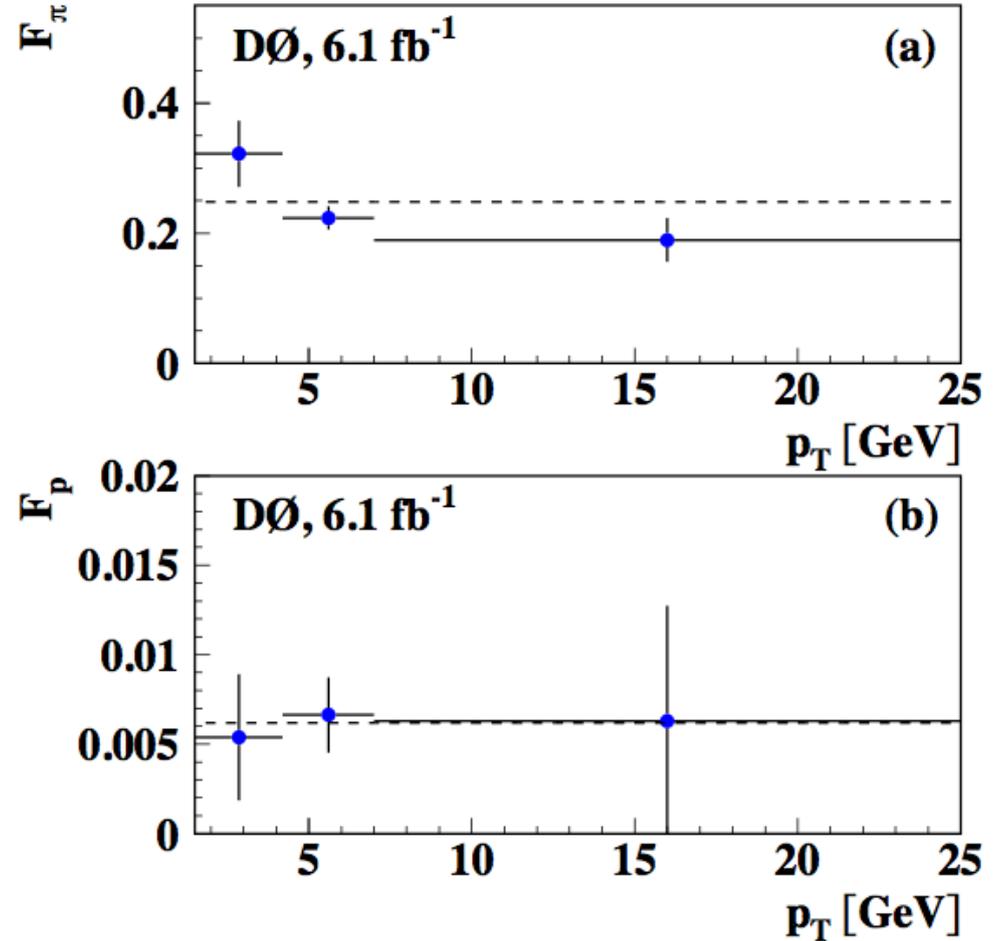
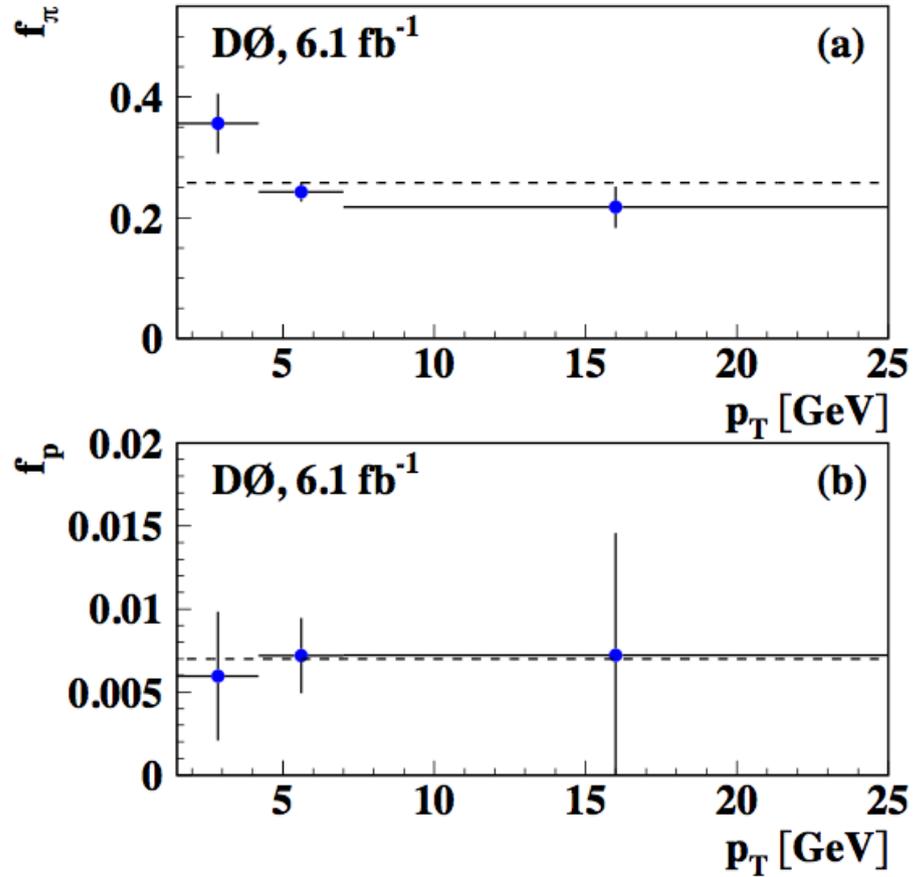
$$\frac{P(p \rightarrow \mu)}{P(K \rightarrow \mu)} = \frac{N_{\mu}(\Lambda)/N_{\text{tr}}(\Lambda)}{N_{\mu}(\phi)/N_{\text{tr}}(\phi)}.$$

Da questa calcolano

$$f_{\pi} = f_K \frac{P(\pi \rightarrow \mu)}{P(K \rightarrow \mu)} \frac{n_{\pi}}{n_K}, \quad f_p = f_K \frac{P(p \rightarrow \mu)}{P(K \rightarrow \mu)} \frac{n_p + n_f}{n_K}$$

Le molteplicita' sono prese dal MC

# Misura di $f_{\pi}, f_{\rho}, F_{\pi}, F_{\rho}$



# Misura di $a_K, a_\pi, a_\rho$

- Vengono misurate considerando i decadimenti di  $K^0, K_s$  e  $\Lambda$  con muon misID
- Si determinano il numero di eventi separati per carica
- Viene calcolata (ad esempio per il K)

$$a_K = C\Delta_K/\Sigma_K$$

C diluizione che tiene in considerazione K che decadono prima di attraversare materiale

# Misura finale

All'inizio quello che volevamo determinare era

$$a = f_S(a_S + \delta) + f_K a_K + f_\pi a_\pi + f_p a_p$$
$$A \equiv \frac{N^{++} - N^{--}}{N^{++} + N^{--}}$$
$$= F_{SS} A_S + F_{SL} a_S$$
$$+ (2 - F_{\text{bkg}}) \Delta + F_K A_K + F_\pi A_\pi + F_p A_p$$

Queste sono legate a  $A_s^b$  tramite le relazioni

$$c_b \equiv a_S / A_{\text{sl}}^b$$

$$C_b \equiv A_S / A_{\text{sl}}^b$$

$C_b$  e  $c_b$  sono determinati dal MC con uno studio molto dettagliato

# Misura finale

Per il campione di singolo muone ottengono

$$A_{sl}^b = +0.0094 \pm 0.0112 \text{ (stat)} \pm 0.0214 \text{ (syst)}$$

Mentre per il campione di dimuone

$$A_{sl}^b = -0.00736 \pm 0.00266 \text{ (stat)} \pm 0.00305 \text{ (syst)}$$

Il risultato combinato e'

$$A_{sl}^b = -0.00957 \pm 0.00251 \text{ (stat)} \pm 0.00146 \text{ (syst)}$$

Il campione di singolo muone e' fortemente limitato dal basso valore di  $c_b$

# Constraint sul piano $\Delta\Gamma_s, \phi_s$

