

Analiza tła MC od rzadkich i tłumionych
rozpadów mezonu B
przy poszukiwaniu rozpadów B z niezachowaniem zapachu
leptonowego

Anna Krzyżewska

Zakład Oddziaływań Leptonów, NZ11
praca pod kier. dr. hab. Andrzeja Bożka

31.07.2015

Plan prezentacji

- 1 Eksperyment Belle
 - Motywacja badań
 - Fabryki-B i eksperyment Belle
- 2 Zadanie na praktykach
 - Przygotowania do startu...
 - ...i startujemy!
 - Analiza wyników
 - Koniec

Zagwozdka fizyków-kosmologów

Dlaczego Wszechświat zbudowany jest z **cząstek**, podczas gdy w mikroświecie obserwujemy niemal idealną symetrię pomiędzy procesami zachodzącymi z udziałem **cząstek** i **antycząstek** (symetria CP)?

materia

antymateria

Symetria CP i jej łamanie

Symetria CP (ładunkowo-przestrzenna) – właściwość wszystkich procesów elementarnych.

MS przewiduje **łamanie CP**, szczególnie znaczące w rozpadach mezonów *B*.

Mezony B

Mezony B – najlżejsze hadrony zawierające kwark \bar{b} .

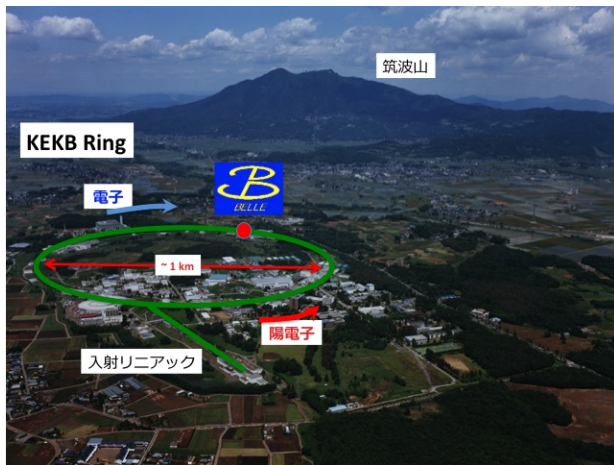
B^+ ($\bar{b}u$)

B^0 ($\bar{b}d$)

B_s ($\bar{b}s$)

Badania asymetrii CP w sektorze mezonów „pięknych” stanowiły główną motywację powstania dwóch (Japonia i USA) specjalnych akceleratorów, nazwanych „**fabrykami-B**”.

Eksperyment Belle został prowadzony we współpracy 53 laboratoriów z 13 krajów, na akceleratorze KEKB, „fabryce-B” działającej od 1999r. w instytucie KEK w Japonii.



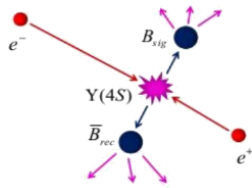
Jak otrzymujemy parę mezonów $\bar{B}B$?

KEKB jest zderzaczem **wiązek** e^+e^- o energii zderzenia odpowiadającej formacji rezonansu $\Upsilon(4S)$.
(3.5 GeV i 8 GeV)

Rozpady $\Upsilon(4S)$ są **czystym źródłem** par mezonów $\bar{B}B$, które powstają w procesie:

$$e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow \bar{B}B.$$

Dlaczego szukamy tutaj? Mamy czyste źródło (produkowane jest tylko $\bar{B}B$, nic więcej).
Dzięki temu, jeżeli zrekonstruujemy jedno B , mamy informację o drugim B .



Rozpatrywane w niniejszej pracy: przypadki, gdzie jeden z mezonów, B_{tag} , można w pełni zrekonstruować \rightarrow informacja o pędzie i liczbach kwantowych drugiego mezonu, B_{sig} .

Analizowano wzbronione (w MS) leptonowe rozpady B (punkt wyjścia):

$$B_{sig} \rightarrow \ell\tau \rightarrow \ell\pi\bar{\nu}_\tau$$

Powyższy rozpad wzbroniony w MS z niezachowaniem zapachu leptonowego charakteryzuje się rozgałęzieniem rzędu 10^{-18} .

Istnieją jednak scenariusze spoza MS, zakładające rząd 10^{-9} , co leży w zasięgu możliwości planowanego eksperymentu Belle 2.

Rozpady z zachowaniem liczby leptonowej (rozpad $B \rightarrow \ell^+ \pi^- \nu_\ell$) mają rozgałęzenie rzędu 10^{-4} , natomiast obecna czułość eksperymentalna (górne granice na te rozpady) wynosi 10^{-5} (tzn., że rozpady nie zachodzą częściej niż 1/100 000).

Narzędzia i niezbędne pliki

- klaster do obliczeń (system kolejkowania zadań)
- pliki mdst sygnału i tła wygenerowane met. MC
- program do analizy rozpadów napisany w języku C++

Zadanie

Zadanie składało się z następujących części:

- napisanie skryptu shellowego (bash) do obsługi programu w C++ do badania rozpadów $\bar{B}B$
 - duża ilość danych \rightarrow skrypt „nadrzędny” wywołujący skrypty „podrzedne” wrzucane do kolejki
- odpowiednie (drobne) modyfikacje w programie do przeprocesowania danych próbek w postaci plików mdst (wygenerowanych w MC)
- analiza wyników w postaci – uwaga, niespodzianka... histogramów!

Przygotowanie plików mdst z MC

Aby pomiary były precyzyjne, wymagana jest generacja przypadków MC kilkakrotnie przewyższająca próbkę zebranych danych.

Zbiór modułów uruchamianych w środowisku BASF (ang. *Belle Analysis Framework*), w kolejności:

- 1 generacja zdarzeń fizycznych (rozpadów B) – generator EvtGen
- 2 symulacja odpowiedzi detektora – pakiet GEANT4 (*GEometry ANd Tracking*)
- 3 odp. elektryczną z „detektora” przepuszczamy przez program do rekonstrukcji i analizy (sygnał el. → rekordy w postaci torów, pędów cząstek)
- 4 plik mdst

Liczenie...



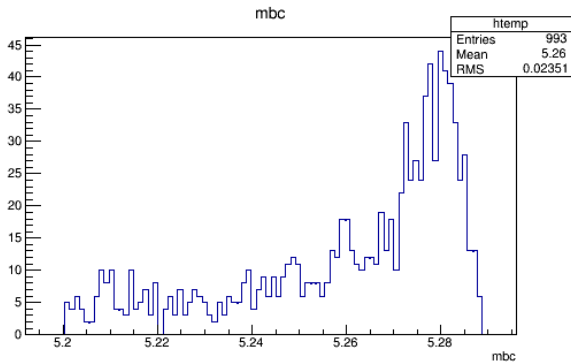
<http://www.sleepingtricks.com/images/counting-big.gif>

Sygnal w MC – rozkład masy B_{tag}

Leptonem ℓ w rozpadzie B_{sig} jest e^\pm lub μ^\mp (takie założenie).

$$B_{sig} \rightarrow \ell \tau \rightarrow \ell \pi \bar{\nu}_\tau$$

$$M_{BC} = \sqrt{E_{pol}^2 - (\sum p_i)^2}$$



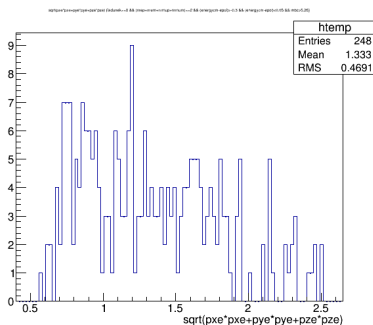
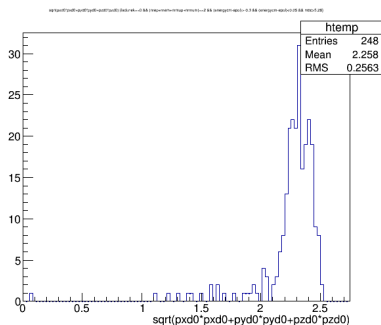
potwierdzenie tego, że nasza hipoteza rekonstrukcji B_{sig} jest rekonstrukcją kinematyczną B_{tag} (pik ok. 5.28 GeV)

Rekonstrukcja B_{sig}

$$B_{sig} \rightarrow \ell\tau \rightarrow \ell\pi\bar{\nu}_\tau$$

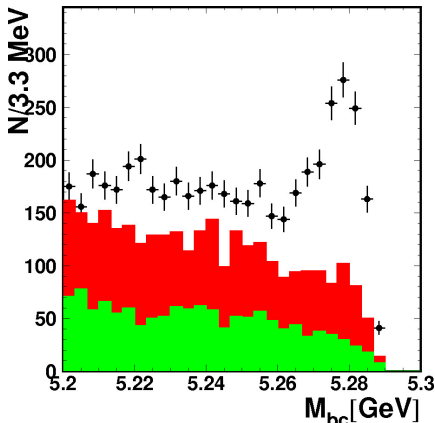
rozkład pędu
bezpośredniego leptonu
(e^\pm lub μ^\mp)

rozkład pędu
naładowanej cząstki
(pochodzącej z rozpadu τ)



Rozpad masy strony tagującej dla danych eksperymentalnych

Próbka danych, gdzie wybraliśmy po stronie syg. pary πe .



zielona składowa - continuum
(brak B , $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$)
czerwona składowa - dodajemy
tło rozpadów strony tagującej
z przejściem kwarków $b \rightarrow c$ (bez
rozpadów rzadkich)
czarne kropczki - rozpady
rzadkie, ale nie wzbronione
szukamy źródła pików

Tło rzadkich rozpadów MC

Poszukiwania par cząstek naładowanych w 4 próbkach danych MC (x30 statystyka danych):

chargedrare, *chargedulnu*, *mixedrare*, *mixedulnu*, gdzie:

*charged** – naładowane B (B^+ i B^-),

*mixed** – neutralne B (B^0),

**rare* – procesy zachodzące przez diagramy pętlowe (niezachowanie ładunku z zachowaniem zapachu),

**ulnu* – procesy tłumione (przejście $b \rightarrow u$).

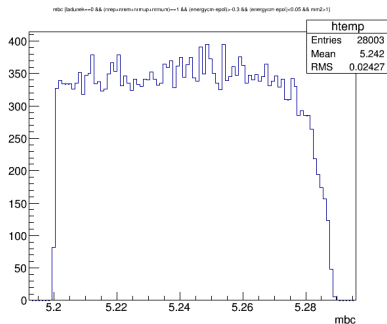
Pary:

- $\pi^\pm e^\mp$
- $\pi^\pm \mu^\mp$
- $e^\pm \mu^\mp$
- $e^\pm e^\mp$
- $\mu^\pm \mu^\mp$

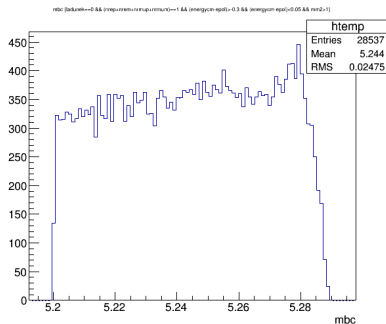
pierwsza cząstka – rozpad z τ ,
druga – rozpad bezpośredni:

MBC; tło MC dla *chargedulnu* i *mixedulnu*, πe

chargedulnu

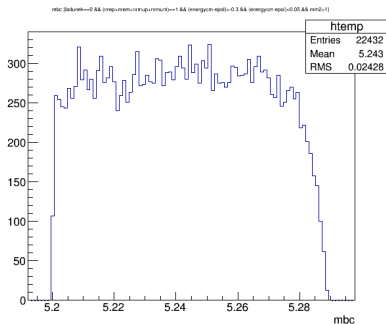


mixedulnu

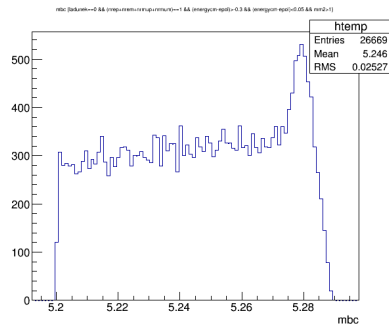


MBC; Tło MC dla *chargedrare* i *mixedrare*, πe

chargedrare



mixedrare



Wnioski

Cel: zbadanie rzadkich rozpadów MC

Wnioski:

- wyniki mogą zostać wykorzystane do poprawy istniejącej górnej granicy rozpadów dla rozpatrywanych procesów, jeszcze dla danych z eksperymentu Belle
- na podstawie otrzymanych wyników można dokonywać kalibracji MC, gdyż jest to miarodajna ocena wydajności rekonstrukcji (pik z danych został znaleziony (odzwierciedlony) w danych z MC dla pakietu danych *mixedrare* – procesy zachodzące przez diagramy pętlowe)

Bibliografia

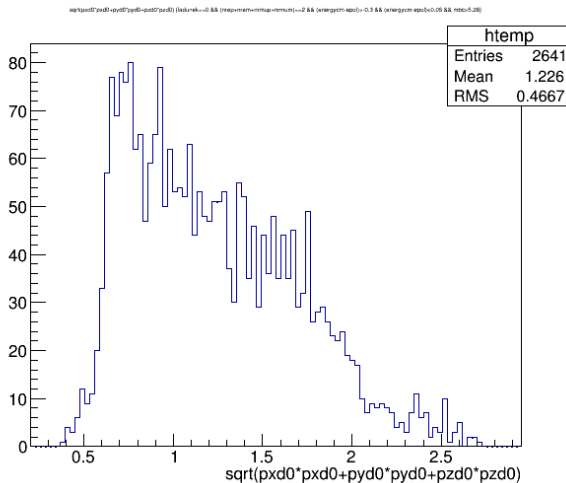
- taki duży plakat wiszący w korytarzu NZ11
- wiedza przekazana ustnie przez prof. M. Różańską i dr. A. Bożka (przepraszam, jeśli coś przekreśliłam bądź nie zrozumiałam!)
- A. Bożek, *Poszukiwania efektów nowej fizyki w rozpadach mezonów B* , rozprawa habilitacyjna, Kraków 2013

Koniec

Dziękuję za uwagę!

Dodatek A

Rozkład pędu dla tła rzadkich rozpadów MC.



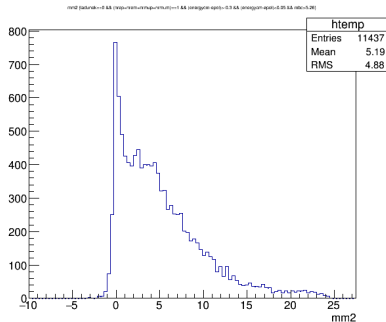
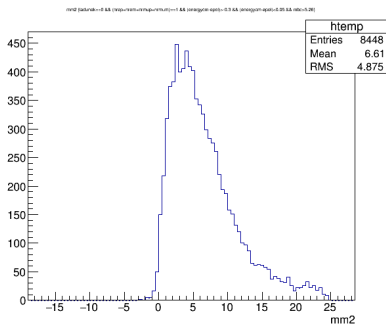
Dodatek B

Cięcia na histogramach:

```
h122->Draw("mbc,"  
ladunek== 0  
&& (energycm-epol)>-0.3  
&& (energycm-epol)<0.05  
&& (nrem+nrep+nrum+nrup)== 1  
&& mm2>1  
")
```

Dodatek C1

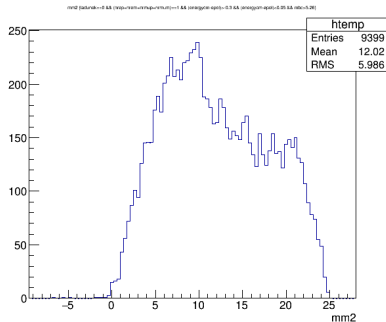
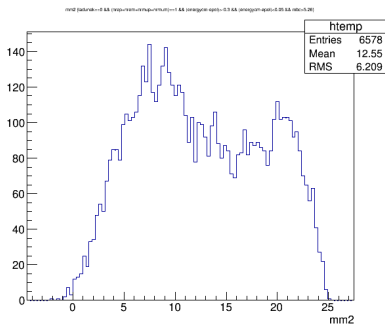
MM2; tło MC dla *chargedulnu* i *mixedulnu*, πe
chargedulnu *mixedulnu*



cięcie mbc 5.26

Dodatek C2

MM2; Tło MC dla *chargedrare* i *mixedrare*, π
chargedrare *mixedrare*



cięcie mbcj5.26