

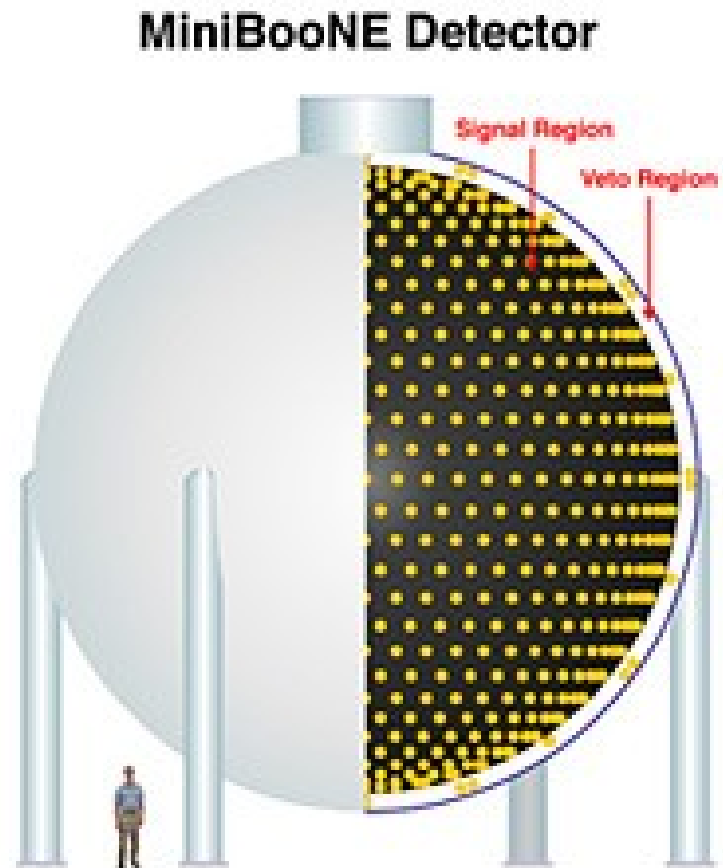
Wyniki MiniBooNE NCEL

- Wstęp
- Energia rekonstruowana vs prawdziwa
- Fitowania masy aksjalnej
- Fitowanie dziwności
- Podsumowanie

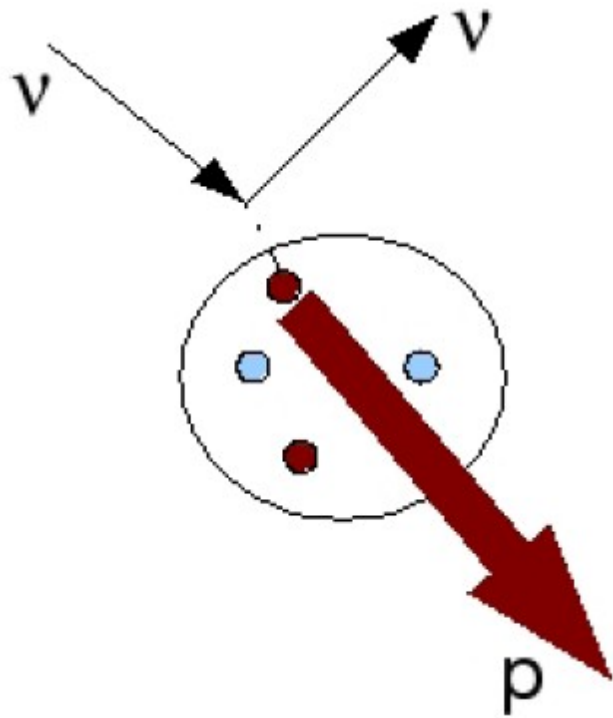
Tomasz Golan
Seminarium Zakładu Fizyki Neutrin 2012

O detektorze

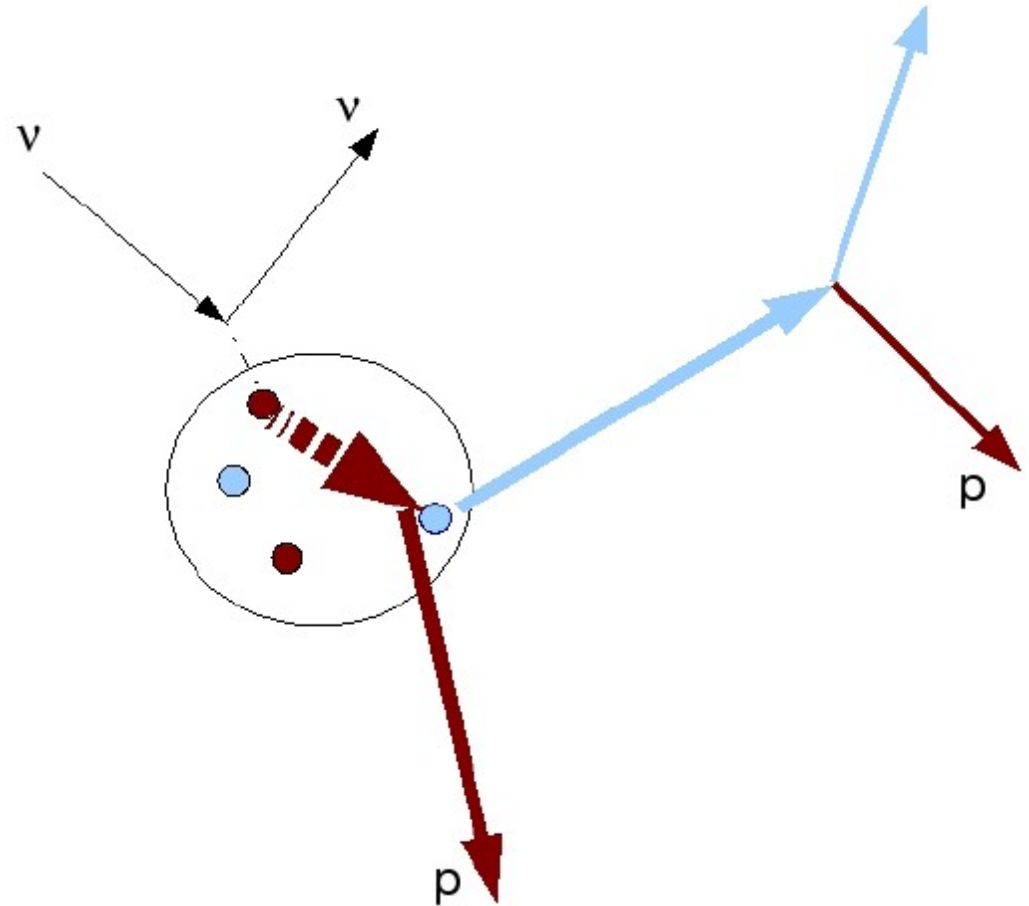
- Detektor Czerenkowo-scyntylicyjny
- Obserwuje się tylko cząstki naładowane
- Detekcja protonów jest możliwa już od $T_k > 50\text{MeV}$



Zdarzenia na protonie

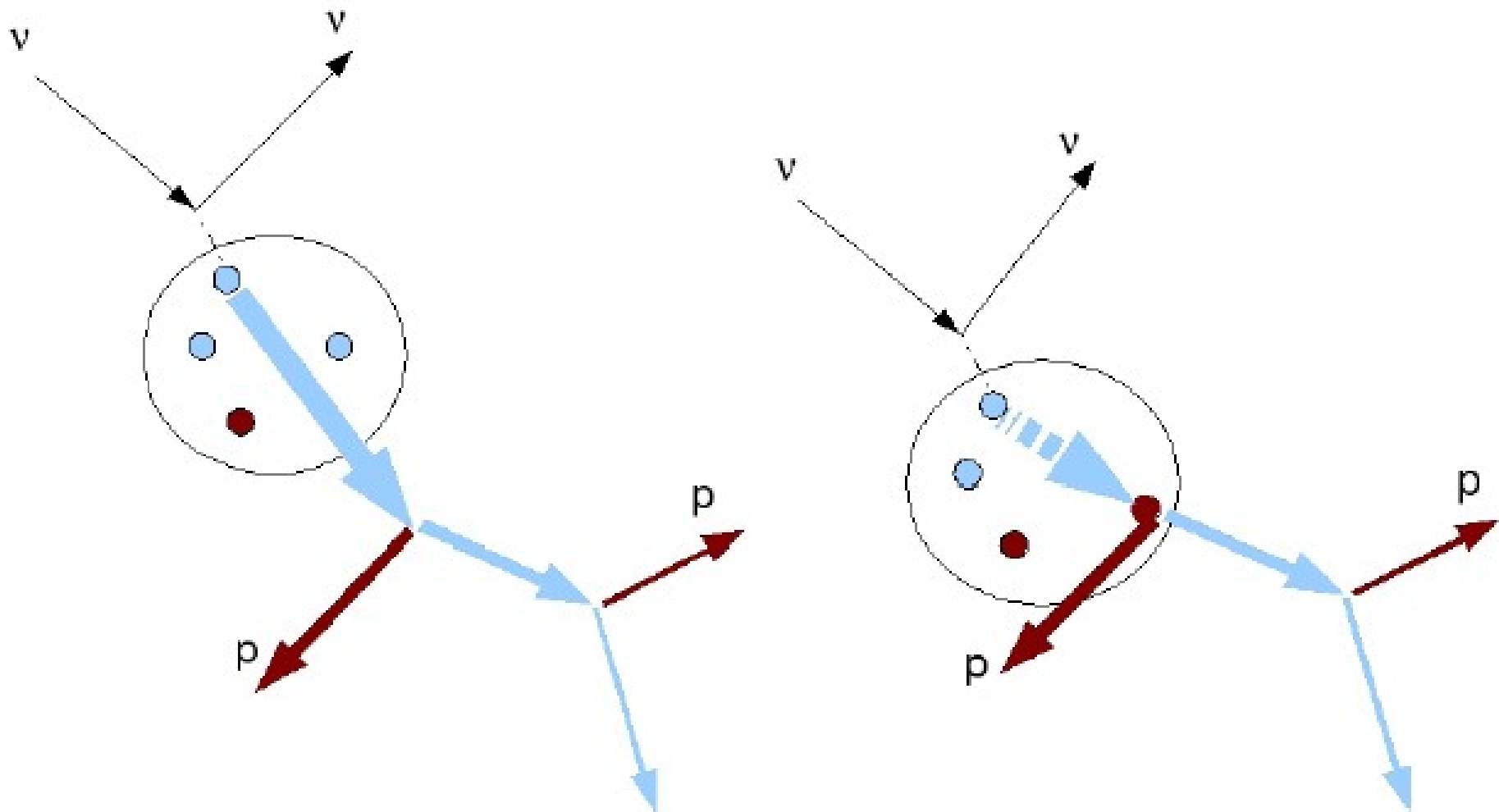


Single proton



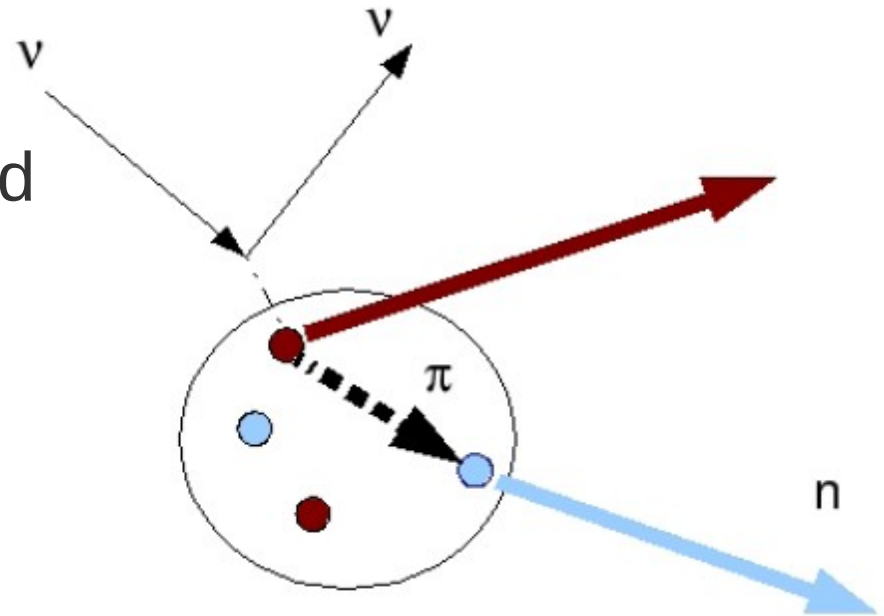
Multiple proton

Zdarzenia na neutronie



Nieredukowalne tło

Irreducible background



NCE-like channel	Charged particles produced
NCE proton without FSI	Single proton
NCE proton with FSI	Multiple protons
NCE neutron without FSI	Multiple protons
NCE neutron with FSI	Multiple protons
Irreducible backgrounds	Multiple protons

Energia nukleonów

- To co widać w detektorze – energia rekonstruowana (ν)
- To co jest naprawdę – energia prawdziwa (μ)
- ν różne od μ z uwagi na sprawność detektora oraz „rozmycie” (smearing) energii
- Procedura „unfolding” umożliwia przejście $\nu \leftrightarrow \mu$

$$\nu_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \mu_i, \quad j = 1, \dots, n.$$

Response matrix

Potencjalne sygnały

(1) $\nu p \rightarrow \nu p$ on H_2

(3) $\nu p \rightarrow \nu p$ on ^{12}C without FSI

(2) $\nu p \rightarrow \nu p$ on ^{12}C with FSI

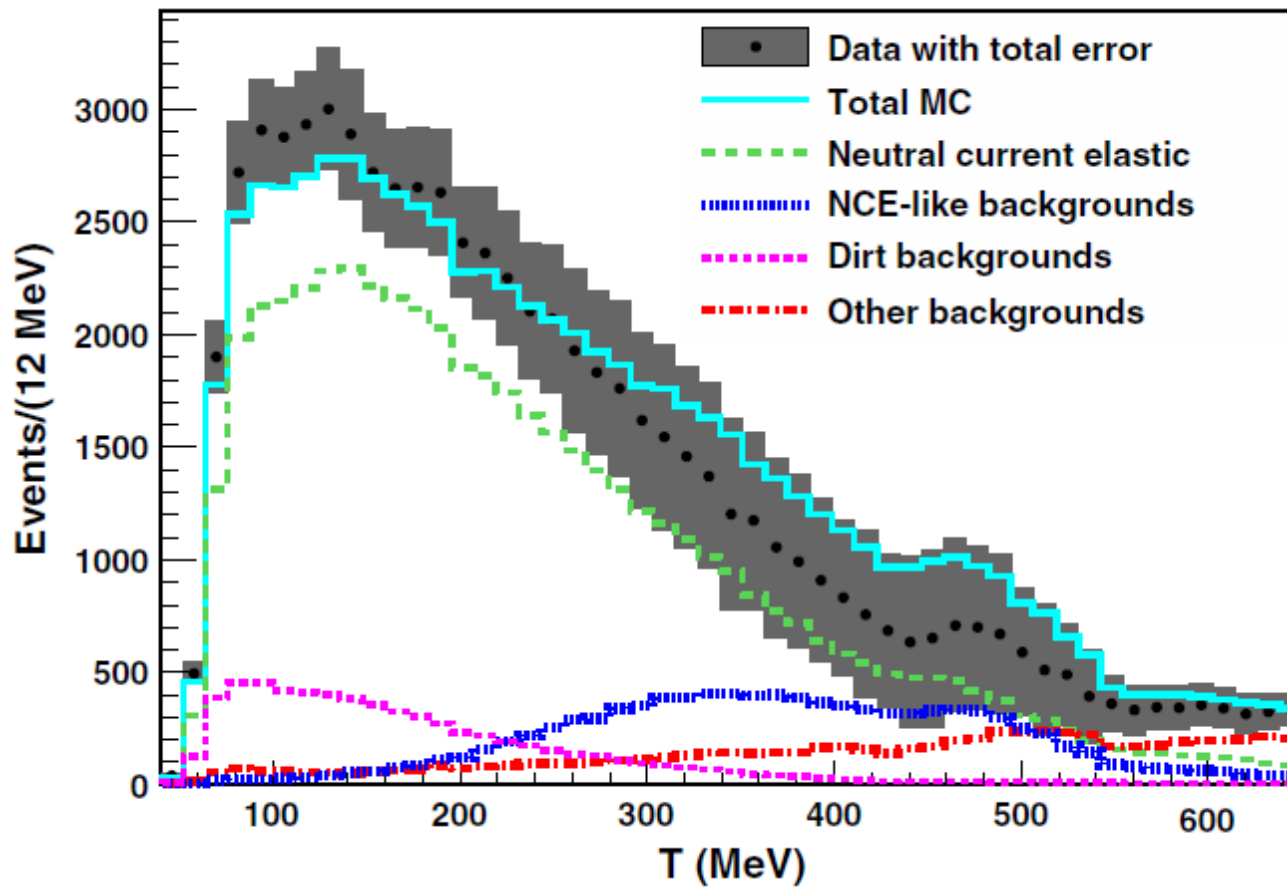
(4) $\nu n \rightarrow \nu n$ on ^{12}C

(5) Irreducible backgrounds.

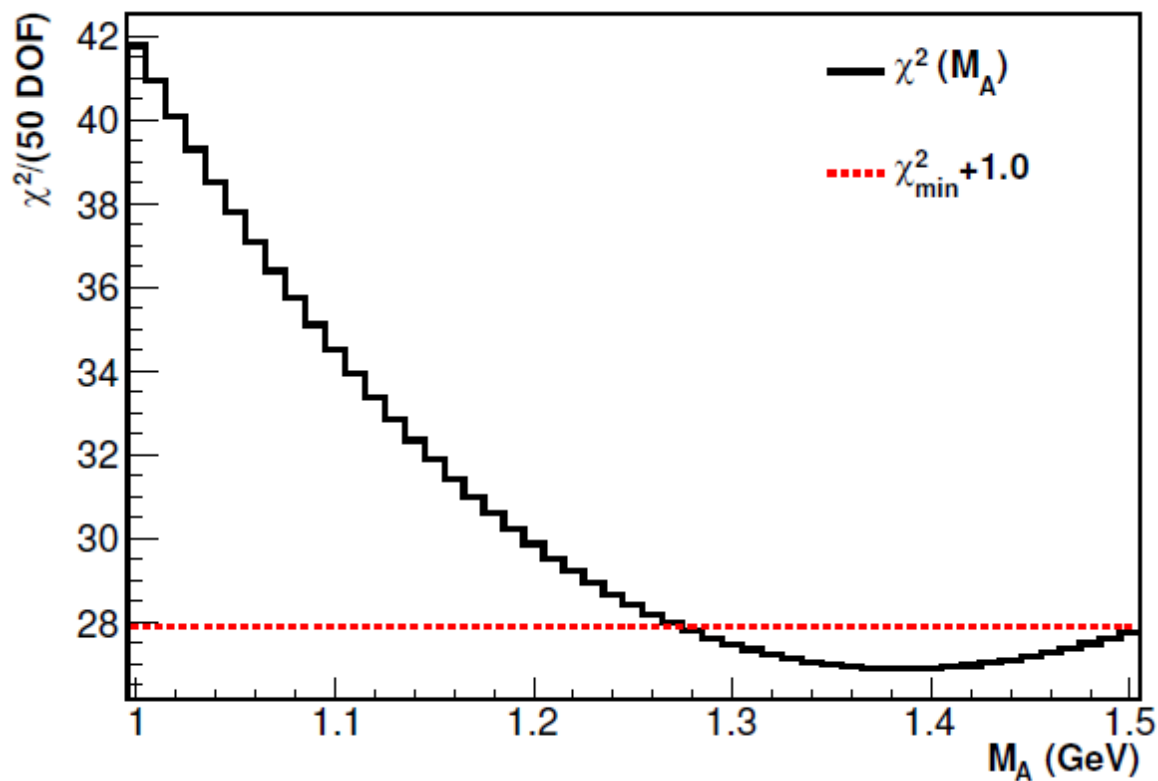
$$\nu_j^{MC} = \underbrace{\sum_{i=1}^m R_{ij}^{(1)} \mu_i^{(1)}}_{\nu_j^{(1)}} + \underbrace{\sum_{i=1}^m R_{ij}^{(2)} \mu_i^{(2)}}_{\nu_j^{(2)}} + \underbrace{\sum_{i=1}^m R_{ij}^{(3)} \mu_i^{(3)}}_{\nu_j^{(3)}} + \underbrace{\sum_{i=1}^m R_{ij}^{(4)} \mu_i^{(4)}}_{\nu_j^{(4)}} + \underbrace{\sum_{i=1}^m R_{ij}^{(5)} \mu_i^{(5)}}_{\nu_j^{(5)}} + \nu_j^{BKG},$$

Musi być dodane
Z danych MB

Rozkład energii (ν)



Suma energii kinetycznych wszystkich nukleonów w stanie końcowym

χ^2 

$$M_A(\Delta s = 0) = (1.39 \pm 0.11) \text{ GeV}$$

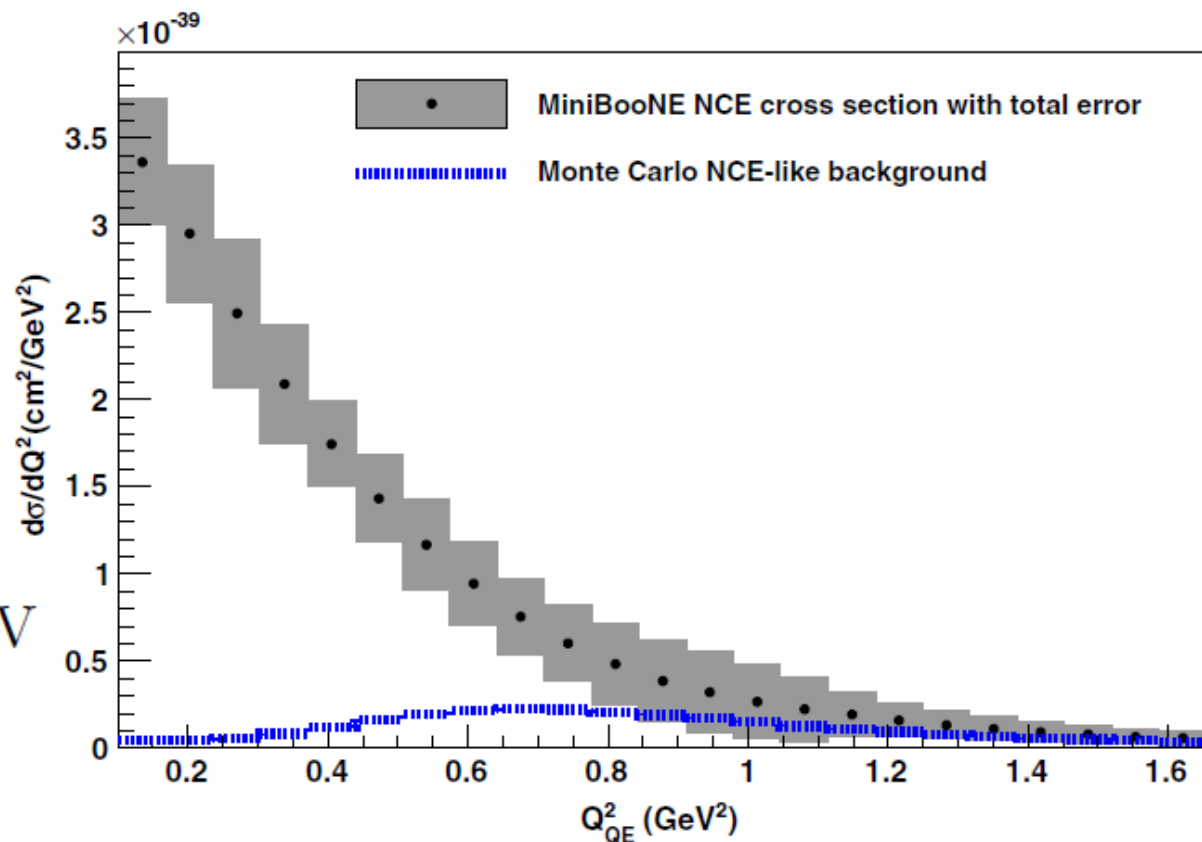
Error matrix for NCE sample

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\nu_i^{DATA} - \nu_i^{MC}) M_{ij}^{-1} (\nu_j^{DATA} - \nu_j^{MC})$$

Przekrój czynny

σ_i is the number of entries for the i-th bin of the unfolded nucleon kinetic energy

$$\frac{d\sigma_i^{NCE}}{dQ^2} = \frac{\sigma_i / \left(\frac{dQ^2}{dT_N} \Delta T_N \right)}{N_N N_{POT} \int \Phi_\nu dE_\nu}$$



$$Q^2 = 2m_N T$$

$$dQ^2/dT_N = 2m_N = 1.877 \text{ GeV}$$

ΔT_N is the bin width

$$N_N = N_A \rho_{oil} (4\pi R^3/3)$$

N_{POT} represents the number of POT

$\int \Phi_\nu dE_\nu$ is the total integrated neutrino flux for ν_μ and ν_e

Przekrój czynny - porównanie

Potencjalne sygnały:

- Na wodorze
- Na protonie z węgla
- Na neutronie z węgla

Tu definiują oddziaływanie na protonie/neutronie patrząc na najbardziej energetyczny nukleon

$$\frac{d\sigma_{\nu N \rightarrow \nu N}}{dQ^2} = \frac{1}{7} C_{\nu p, H}(Q_{QE}^2) \frac{d\sigma_{\nu p \rightarrow \nu p, H}}{dQ^2} + \frac{3}{7} C_{\nu p, C}(Q_{QE}^2) \times \frac{d\sigma_{\nu p \rightarrow \nu p, C}}{dQ^2} + \frac{3}{7} C_{\nu n, C}(Q_{QE}^2) \frac{d\sigma_{\nu n \rightarrow \nu n, C}}{dQ^2}$$

NCE / CCQE

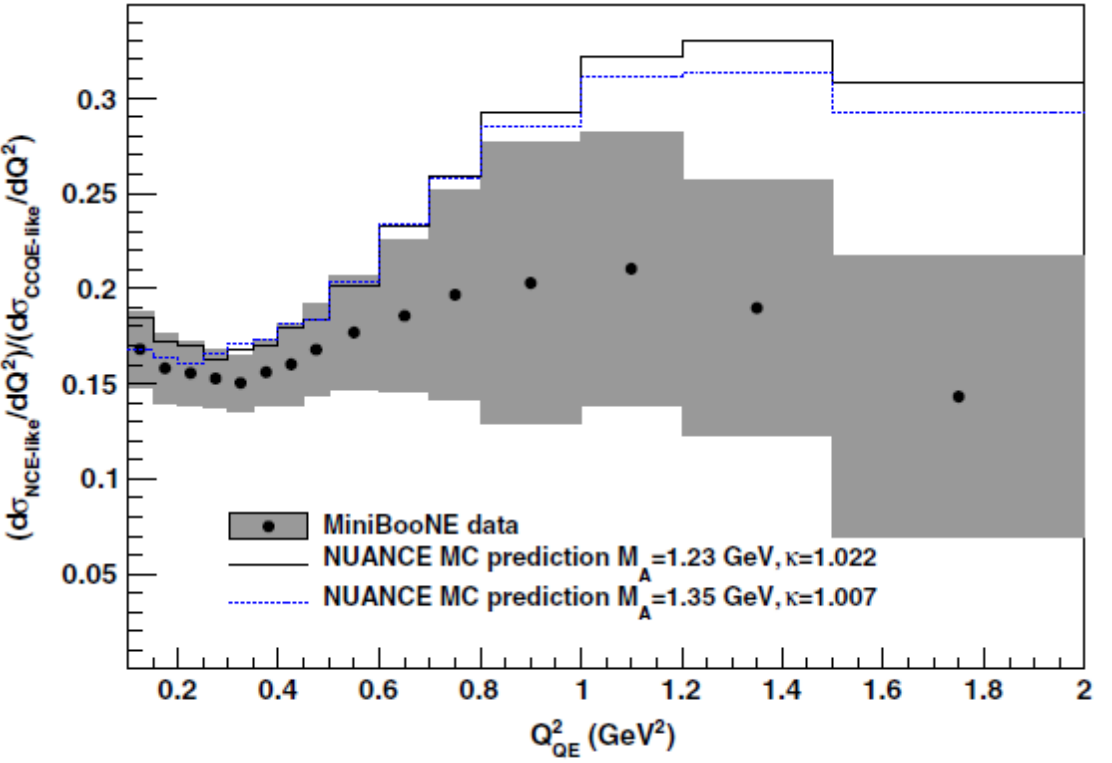
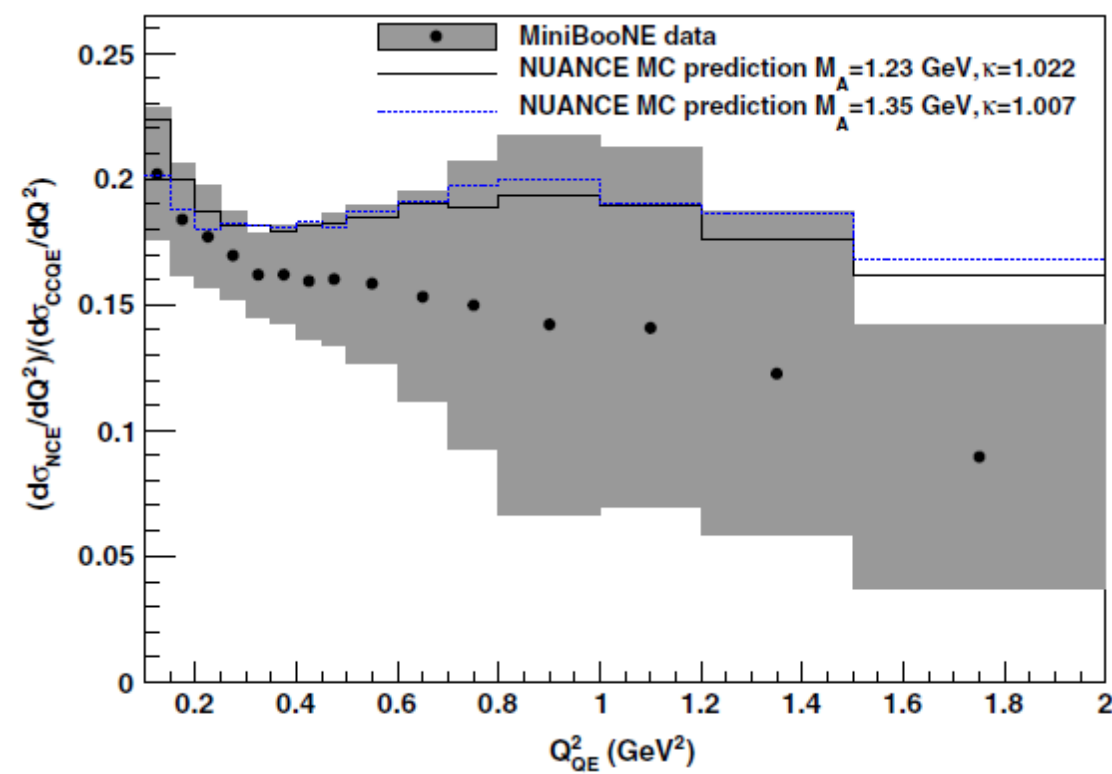
Q^2 dla NCE:

$$Q_{QE}^2 = 2m_N T = 2m_N \sum_i T_i$$

Q^2 dla CCQE:

$$Q_{QE}^2 = -m_\mu^2 + 2E_\nu^{QE} (E_\mu - \sqrt{E_\mu^2 - m_\mu^2} \cos \theta_\mu)$$

$$E_\nu^{QE} = \frac{2(M'_N)E_\mu - ((M'_N)^2 + m_\mu^2 - M_P^2)}{2[(M'_N) - E_\mu + \sqrt{E_\mu^2 - m_\mu^2} \cos \theta_\mu]}$$



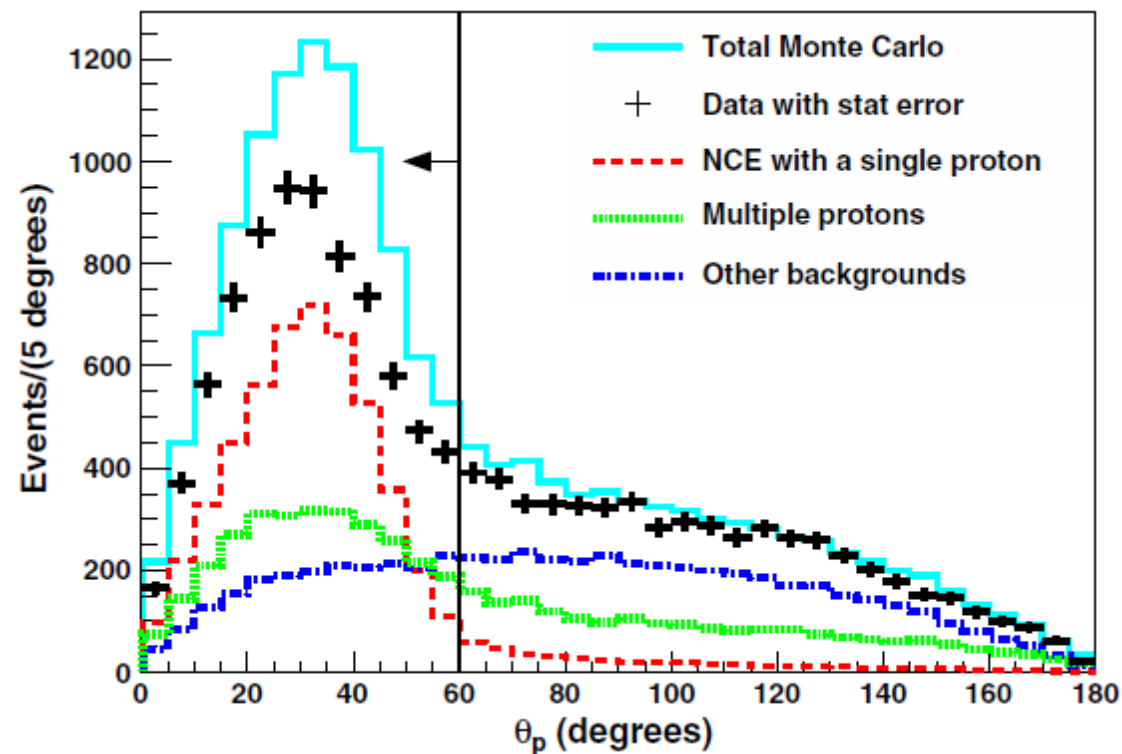
Proponowana strategia

- Liczymy rozkłady w energii prawdziwej dla wszystkich potencjalnych sygnałów (50 binów od 0 do 900 i 51 dla >900 MeV) dla różnych wartości M_A
- „Tłumaczymy” je na energię rekonstruowaną wg przepisu
- Liczymy χ^2 wg przepisu
- Z ustaloną już wartością masy aksjalnej porównujemy nasz przekrój czynny z przekrojem MB (pamiętając tu o cięciu $T_k < 650$ MeV) oraz stosunkiem NCE/CCQE

„Maszynkę” można przetestować na danych MB podając rozkład T_{res} i T_{true} oraz χ^2 jako funkcję M_A

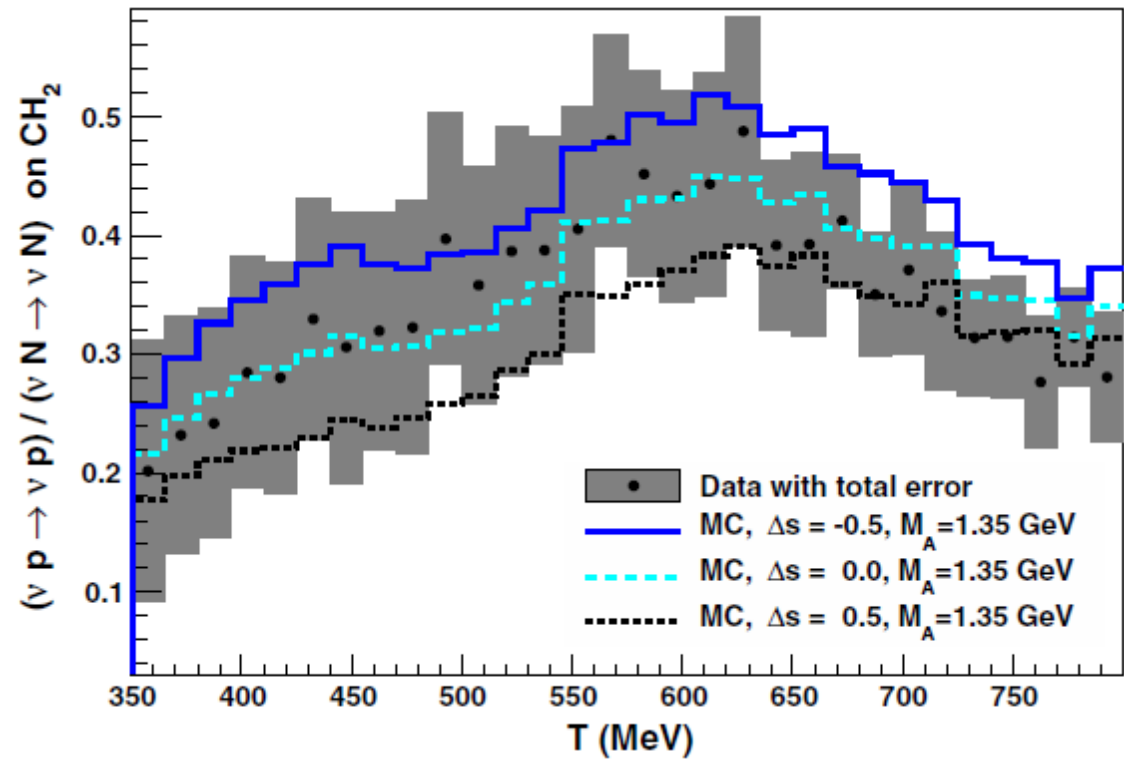
Fitowanie Δs

- Stosunek $\nu p \rightarrow \nu p$ / $\nu n \rightarrow \nu n$ jest czuły na Δs
- Nie da się odróżnić zdarzeń na protonie od zdarzeń na neutronie
- Można jednak odróżnić single proton od multiple proton
- Δs fitowane jest do $\nu p \rightarrow \nu p$ / $\nu N \rightarrow \nu N$
- Cięcie na energię kinetyczną $350 \text{ MeV} < T_k < 800 \text{ MeV}$
- Dla single proton cięcie na kąt rozpraszania $\theta < 60^\circ$



Fitowanie Δs

- Należy wyznaczyć rozkład w T_{true} osobno dla single i multiple proton (28 binów od 300 do 900 oraz 1 bin dla <300 i 30 bin dla >900)
- Później trzeba przetłumaczyć każdy rozkład na T_{rec}
- Policzyć ratio oraz



$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\frac{\nu_i^{DATA,NCE(p)}}{\nu_i^{DATA,NCE(p+n)}} - \frac{\nu_i^{MC,NCE(p)}}{\nu_i^{MC,NCE(p+n)}} \right) M_{ij}^{-1} \left(\frac{\nu_j^{DATA,NCE(p)}}{\nu_j^{DATA,NCE(p+n)}} - \frac{\nu_j^{MC,NCE(p)}}{\nu_j^{MC,NCE(p+n)}} \right)$$

Error matrix for ratio

Podsumowanie

- Referencje:
PRD 82, 092005 (2010)
D. Perevalov PhD
 - Tabele
http://www-boone.fnal.gov/for_physicists/data_release/ncel/
- MB oferuje nam schemat fitowania M_A i Δs
 - Z ustalonymi już wartościami możemy porównać nasze MC z wyliczonym przez nich przekojem czynnym, stosunkiem NCE/CCQE (i rozkładem kątowym?)
 - Dodatkowo podają różne oszacowania ich MC, z którymi również moglibyśmy się porównać