

Artur Ankowski

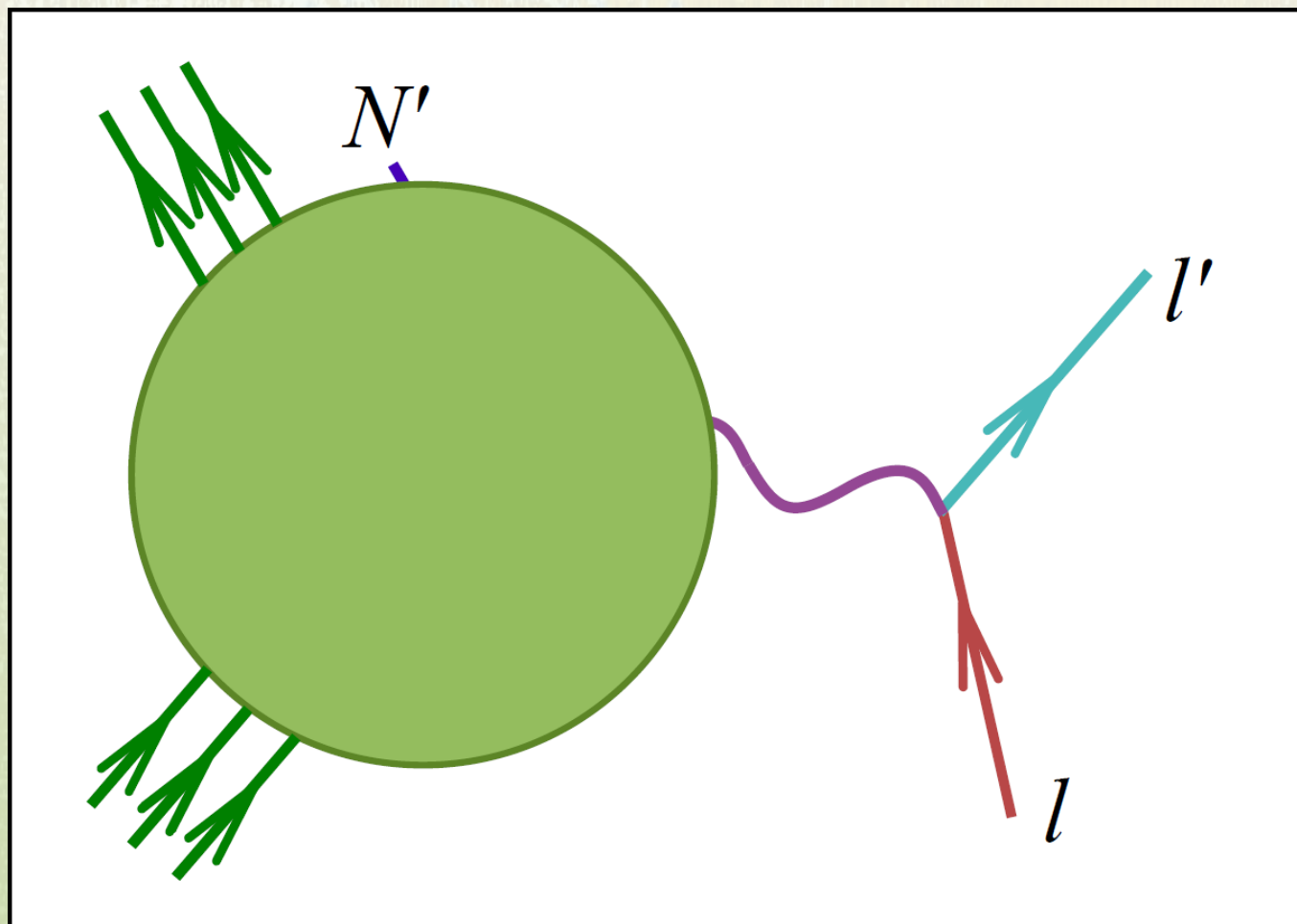
**Rozpraszanie neutrin i elektronów
w obszarze 1 GeV**

6/04/2009

Plan

- Wprowadzenie
 - Co to jest przybliżenie impulsowe (IA) oraz funkcja spektralna?
 - Dlaczego efekty jądrowe są takie ważne?
- Które dane dla e^- odpowiadają oddziaływ. ν ?
- Kiedy załamuje się IA?
- Jakie są tego konsekwencje dla fizyki neutrin?
- MAID
- Podsumowanie

Wprowadzenie



Początkowy lepton

$$k = (E_{\mathbf{k}}, \mathbf{k})$$

Końcowy lepton

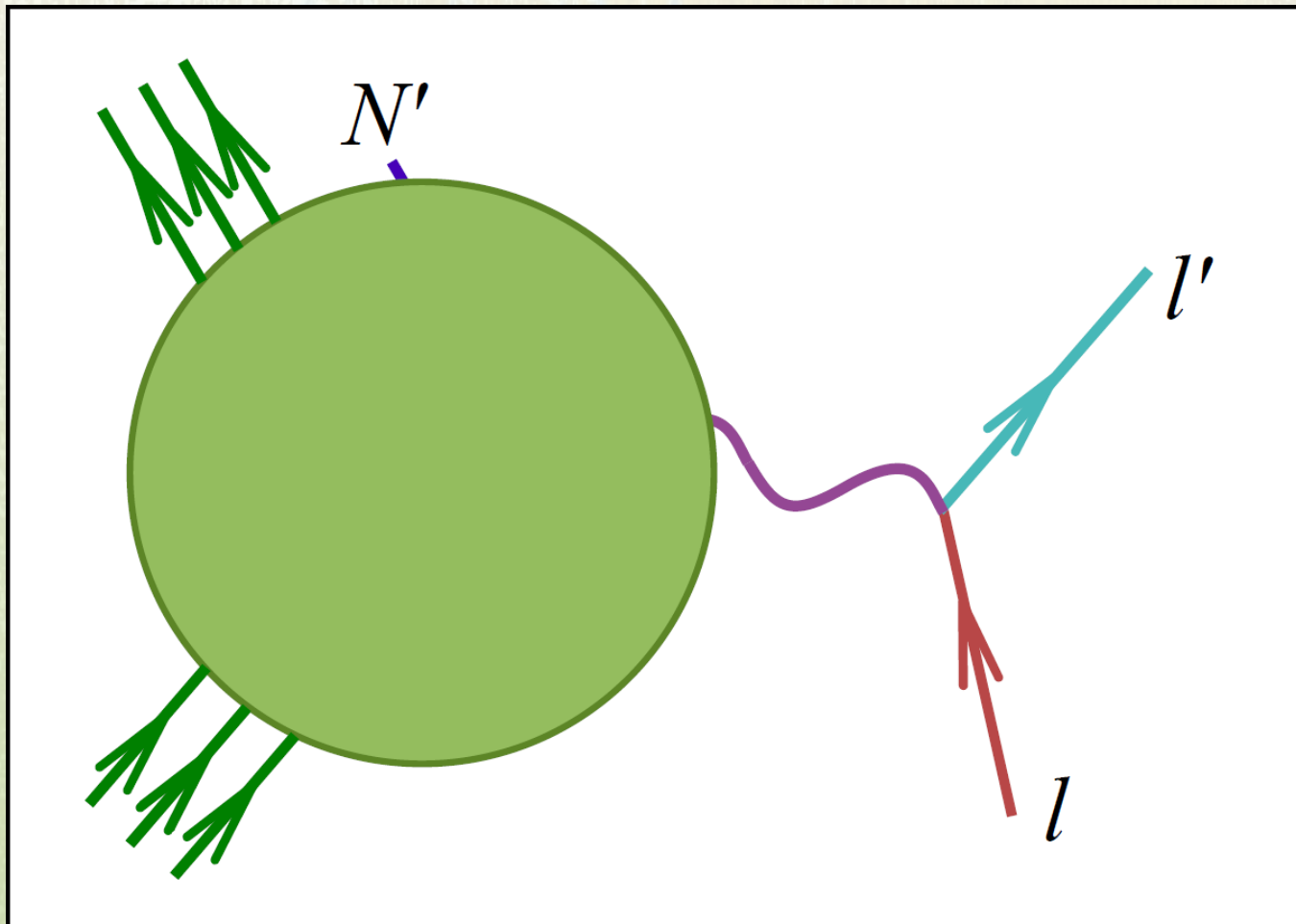
$$k' = (E_{\mathbf{k}'}, \mathbf{k}')$$

Przekazy energii
i pędu

$$\omega = (E_{\mathbf{k}} - E_{\mathbf{k}'})$$

$$\mathbf{q} = (\mathbf{k} - \mathbf{k}')$$

Wprowadzenie



Przekazany pęd

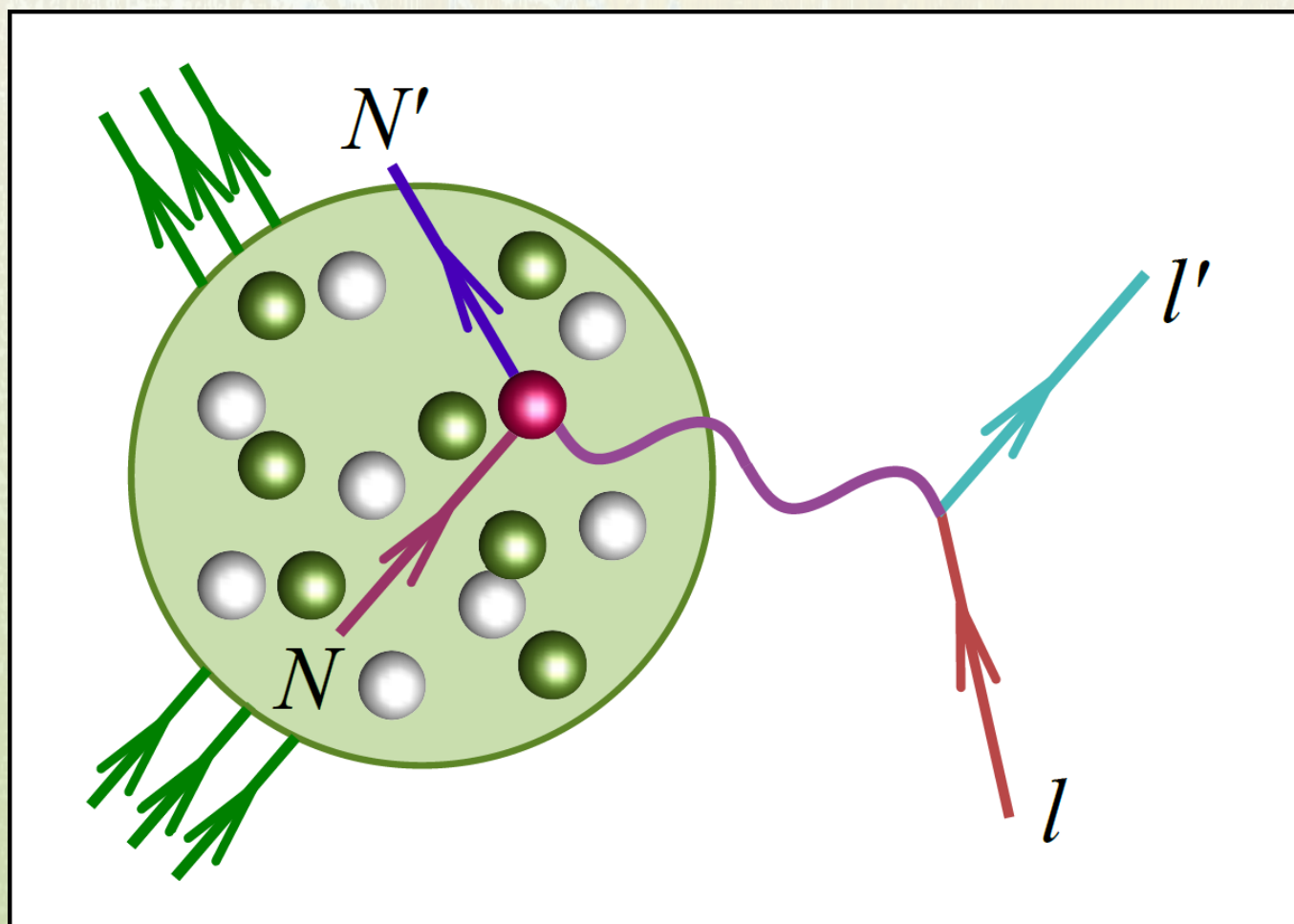
q

oznacza

rozdzielczość
przestrzenną

$\sim \hbar/|q|$

Wprowadzenie

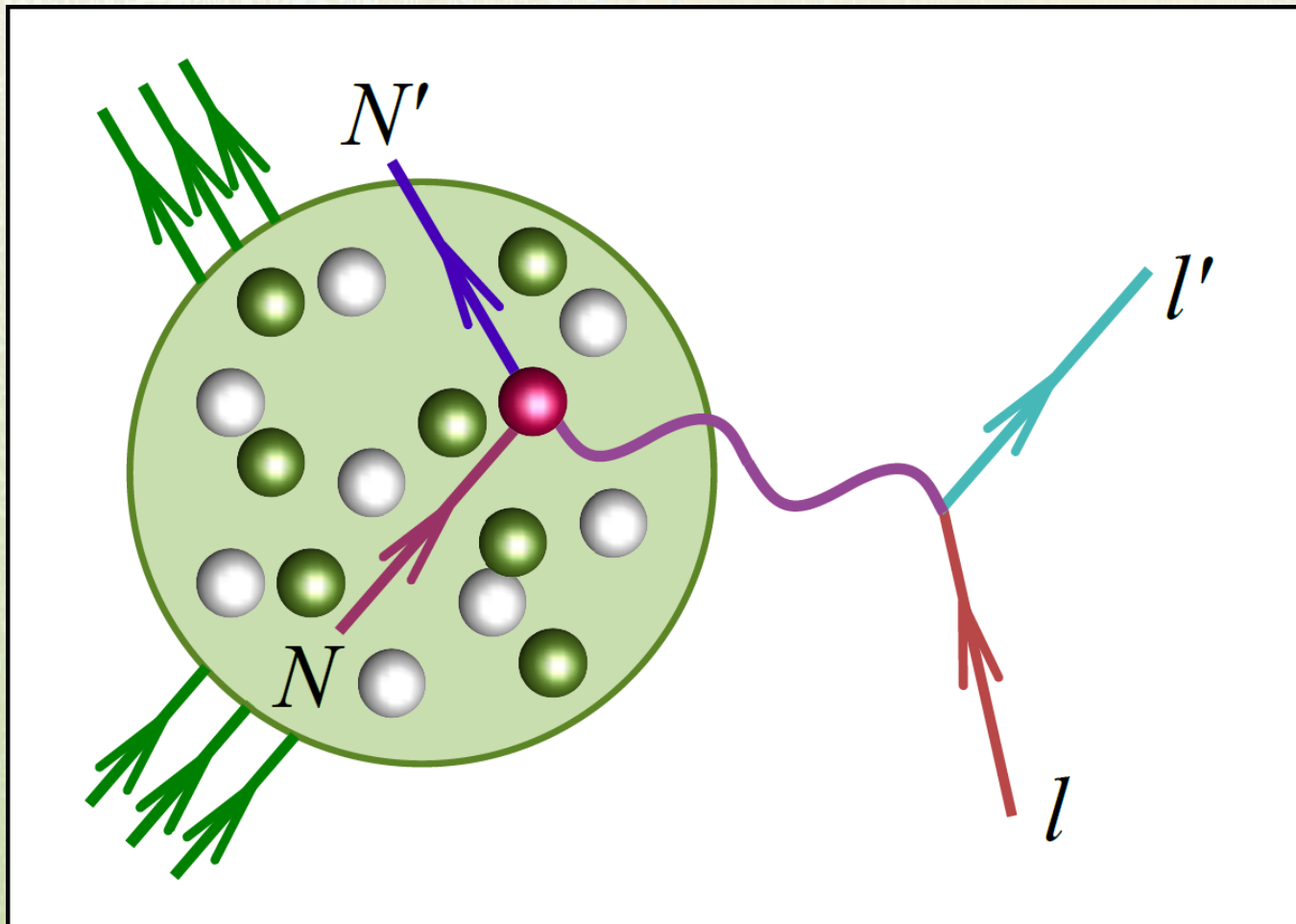


Przekazany pęd
kilkaset MeV

oznacza

stopnie swobody
to **nukleony**

Przybliżenie impulsowe (IA)



Jądro

można traktować
jako

zbiór
niezależnych
nukleonów

Neutrino a elektrony w przybliż. impulsowym

$$\sigma \propto \int dE d^3p P(\mathbf{p}, E) \sigma_N \delta(\omega + M - E - E_{p'})$$

Funkcja
spektralna -
informacja
o nukleonach
w jądrze

Przekrój na
swobodnym
nukleonie,
różny dla ν
i dla e^-

Zach. energii

Funkcja spektralna

Funkcja spektralna danego jądra opisuje **rozkład pędów i energii** nukleonów w tym jądrze.

Neutrino a elektrony w przybliż. impulsowym

$$\sigma \propto \int dE d^3p P(\mathbf{p}, E) \sigma_N \delta(\omega + M - E - E_{\mathbf{p}'})$$

**Uśrednienie
po
początkowym
stanie
nukleonu**

Niepewności w fizyce neutrin

$$\sigma \propto \int dE d^3p P(\mathbf{p}, E) \sigma_N \delta(\omega + M - E - E_{p'})$$

Efekty jądrowe

**Parametryzacja
aksjalnych
czynników
postaci**

Niepewności w fizyce neutron

Podejście optymalne

- dokładne pomiary dla wodoru (proton) i deuteru (neutron)
- badanie efektów jądrowych dla średnich jąder

Niepewności w fizyce neutron

Podejście optymalne

- dokładne pomiary dla wodoru (proton) i deuteru (neutron)
- badanie efektów jądrowych dla średnich jąder

Aktualne podejście

- stosowanie modeli efektów jądrowych do opisu danych
- ekstrahowanie (próba ekstrahowania) informacji o elementarnym oddziaływaniu

**Kluczowe znaczenie
dokładności opisu
efektów jądrowych**

Neutrino a elektrony w przybliż. impulsowym

Odpowiednio dobierając **energię wiązki** oraz **kąt rozpraszania** można **elektronami** próbkować ten sam obszar funkcji spektralnej, co dla **neutrin**.

Neutrino a elektrony w przybliż. impulsowym

Na przykład:

800-MeV ν produkują μ głównie w $\sim 33^\circ$

Odpowiada to

880-MeV e^- przy $\sim 33^\circ$

1080-MeV e^- przy $\sim 25^\circ$

1200-MeV e^- przy $\sim 23^\circ$

Neutrino a elektrony w przybliż. impulsowym

Więcej szczegółów:

800-MeV ν produkują μ głównie w **[20°; 56°]**

Odpowiada to

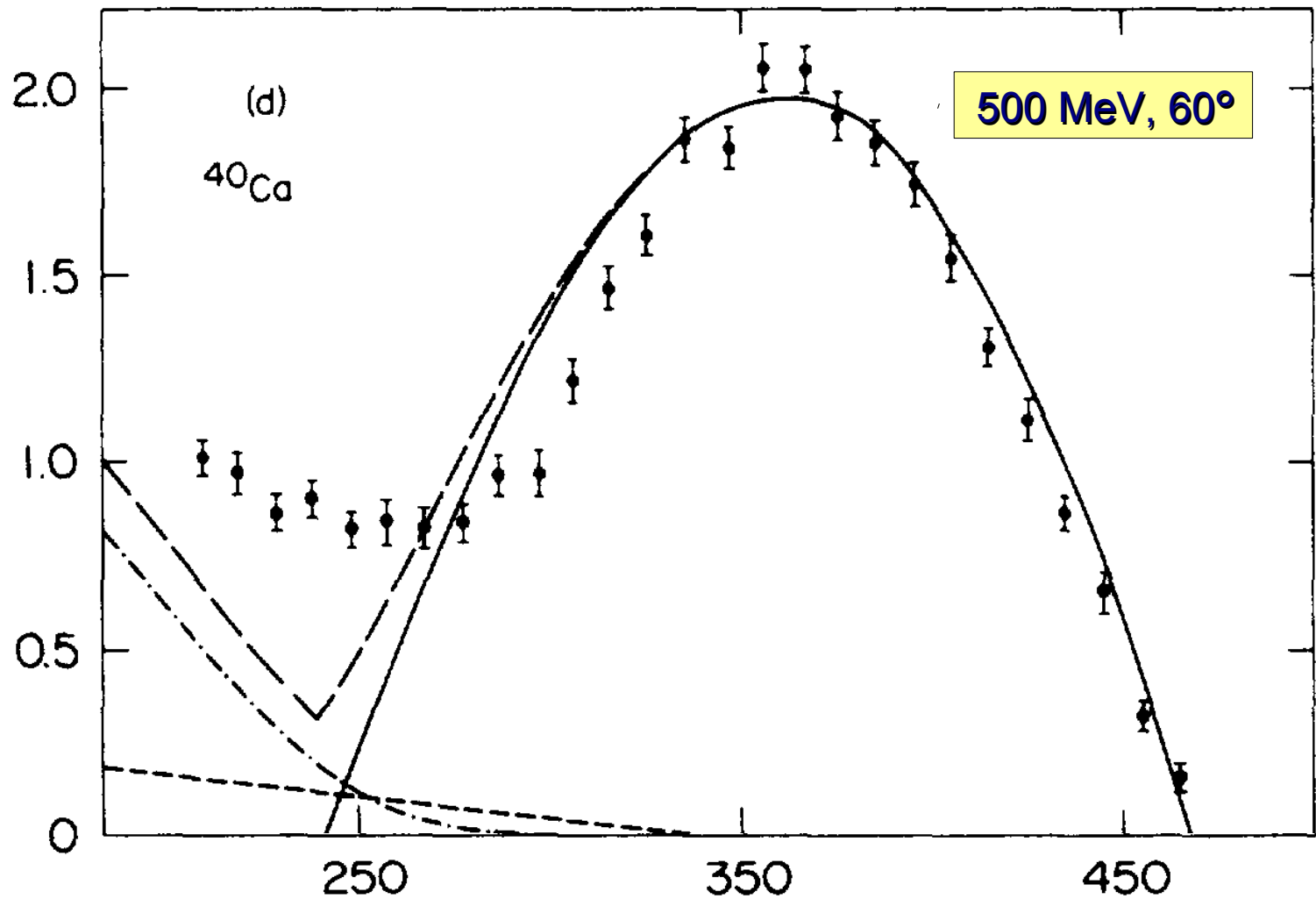
880-MeV e^- przy **[19°; 50°]**

1080-MeV e^- przy **[17°; 39°]**

1200-MeV e^- przy **[15°; 36°]**

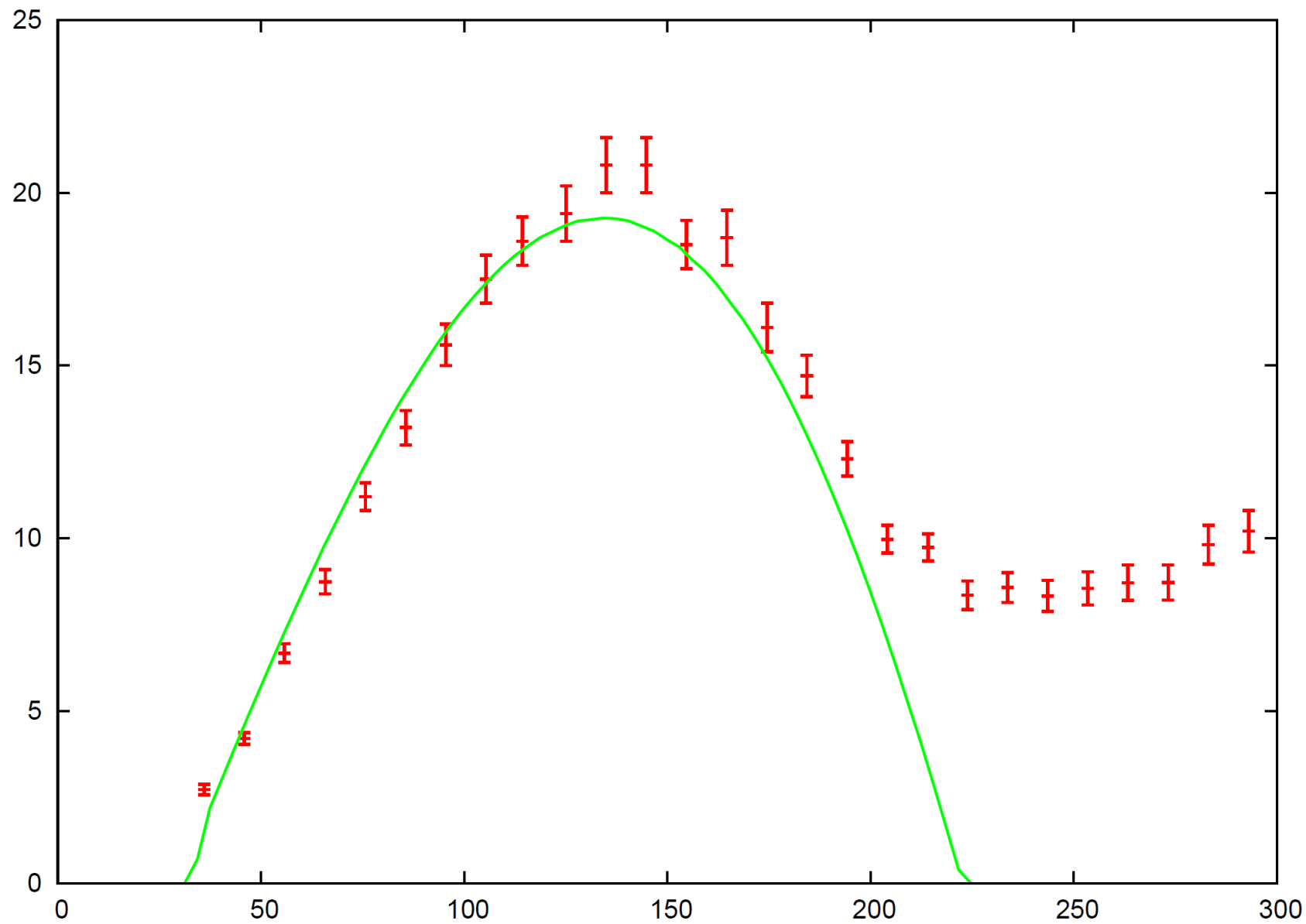
Komentarz do gazu Fermiego

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega dE} \left(10^{-5} \frac{\text{mb}}{\text{sr MeV}} \right)$$

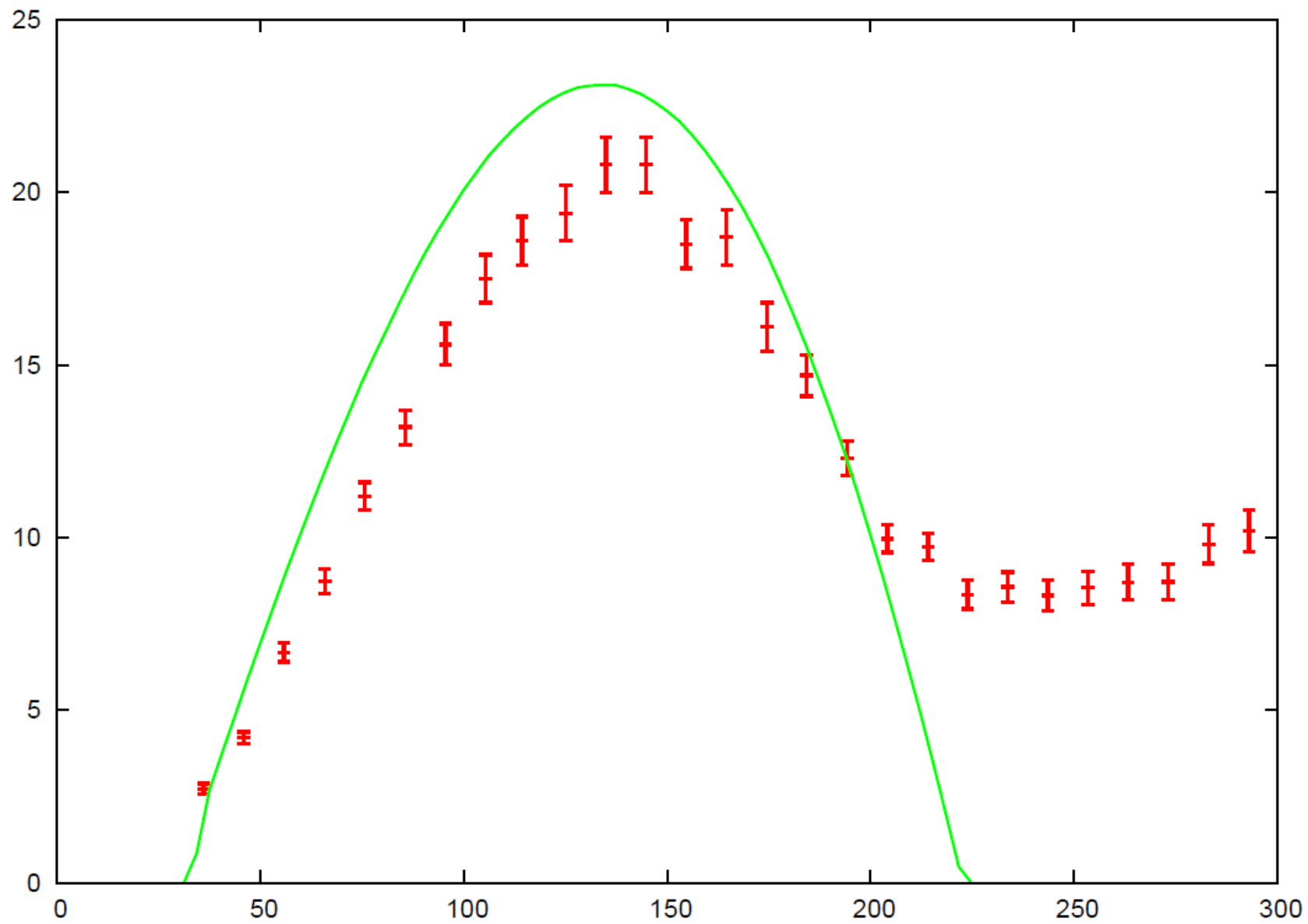


R.R. Whitney et al., PRC 9, 2230 (1974)

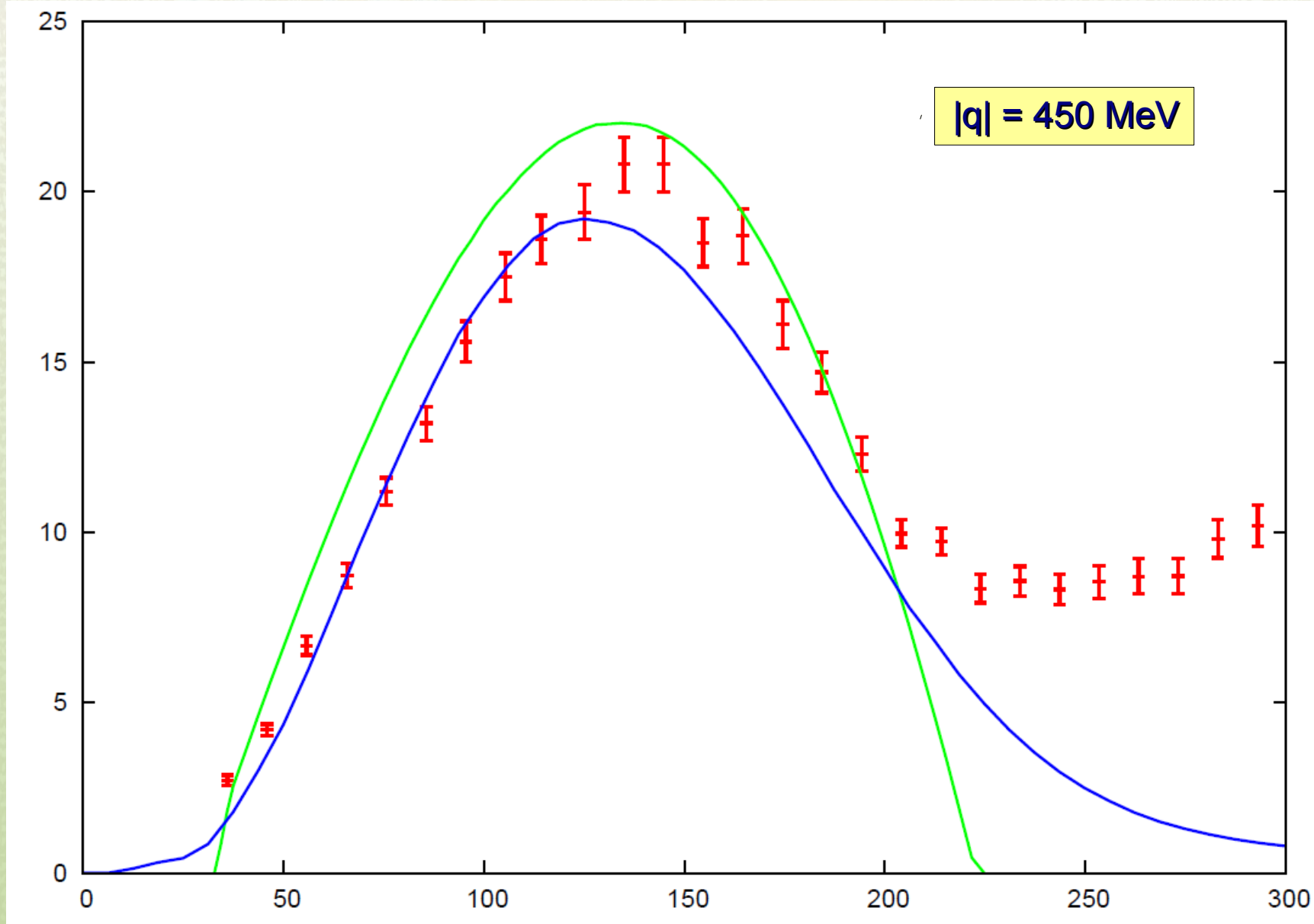
Komentarz do gazu Fermiego - zgodność?



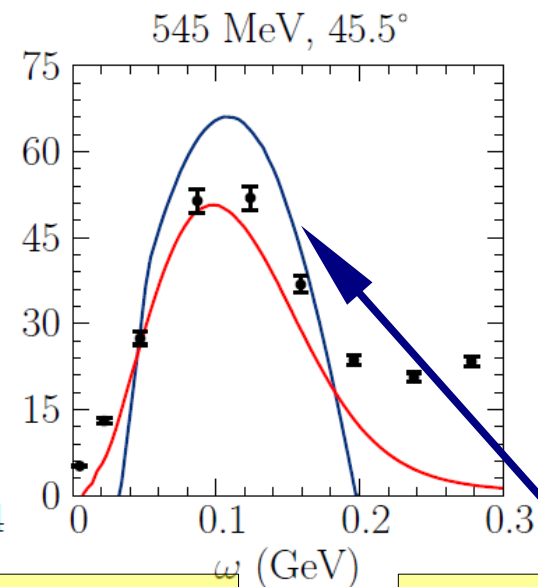
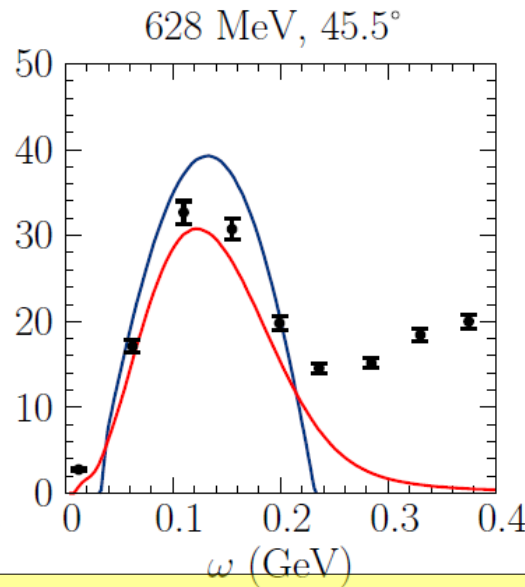
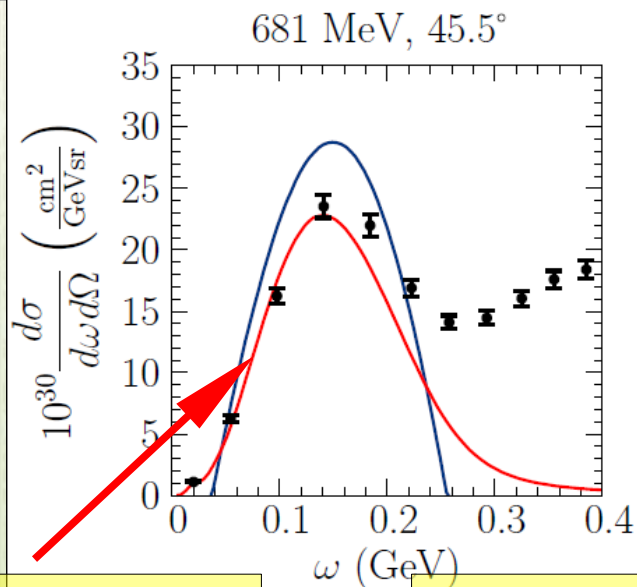
Komentarz do gazu Fermiego - zgodność?



Komentarz do gazu Fermiego



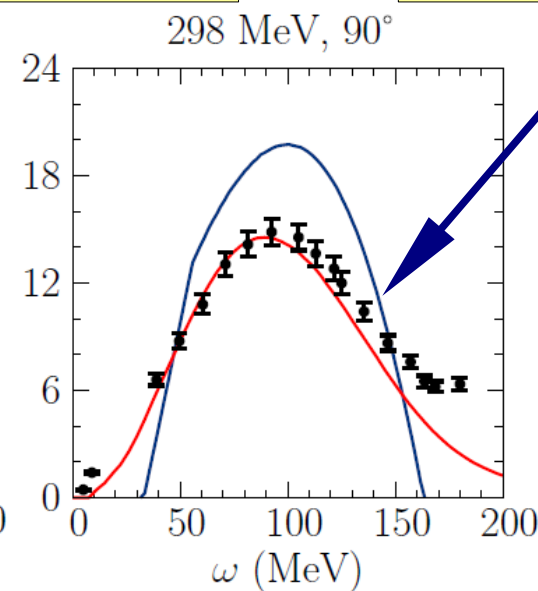
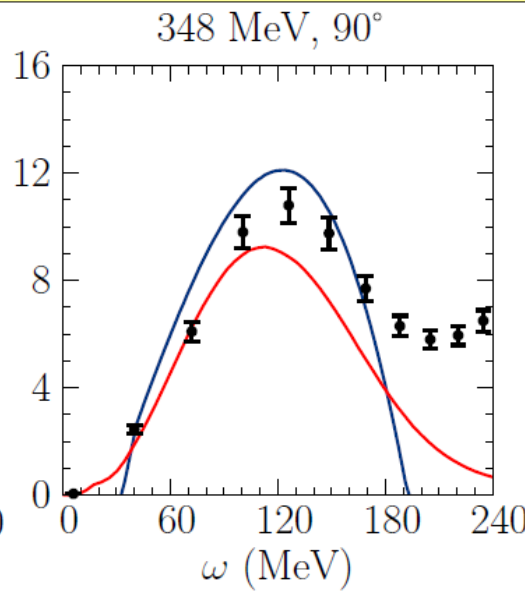
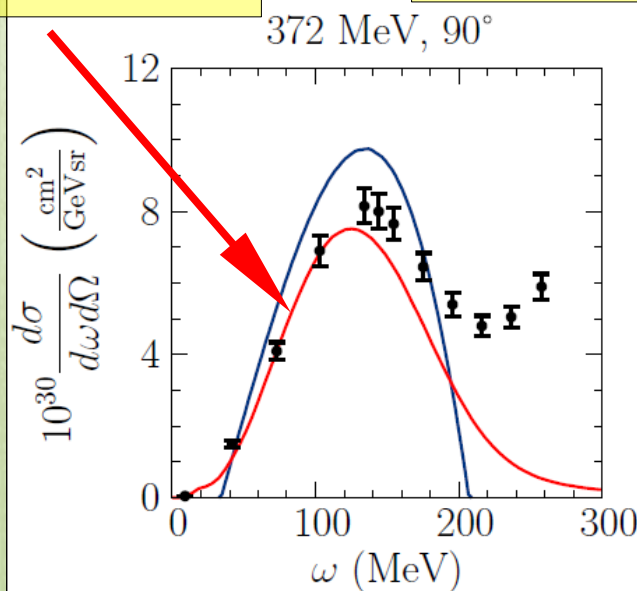
Rozpraszanie elektronów na wapniu



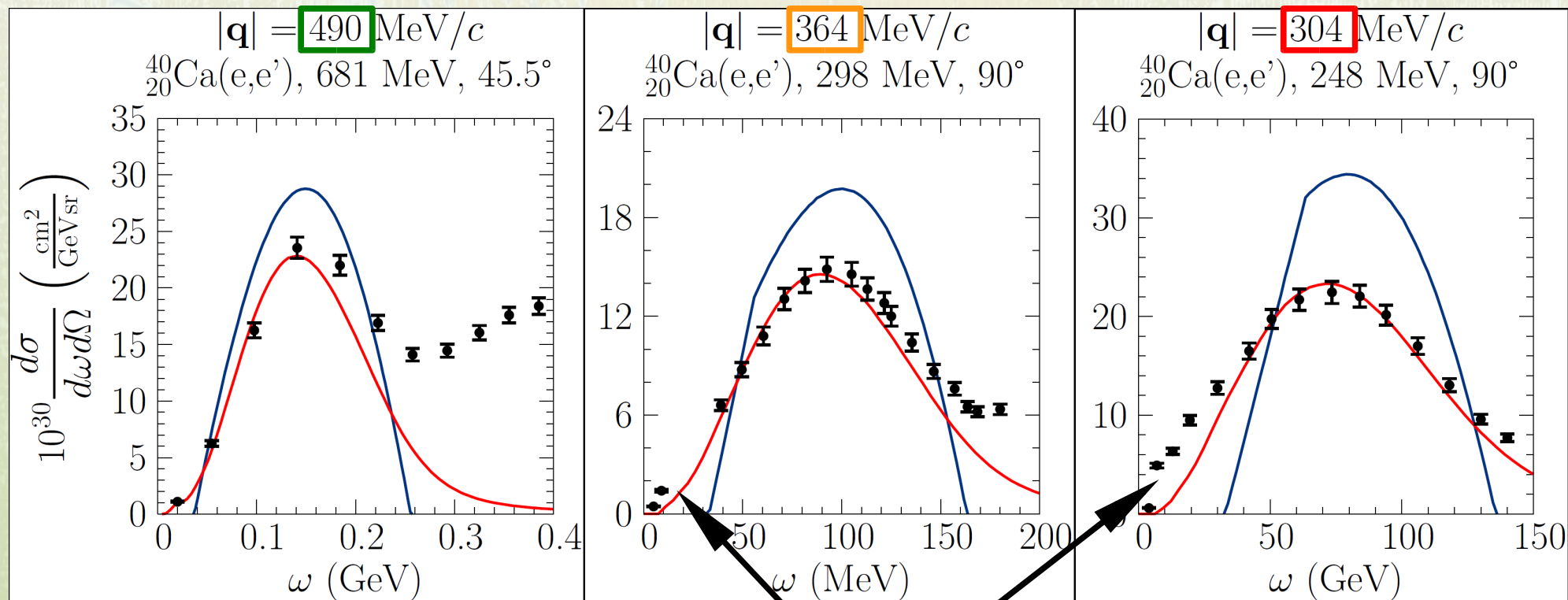
F. spektralna

C.F. Williamson et al., PRC 56, 3152 (1997)

Gaz Fermiego

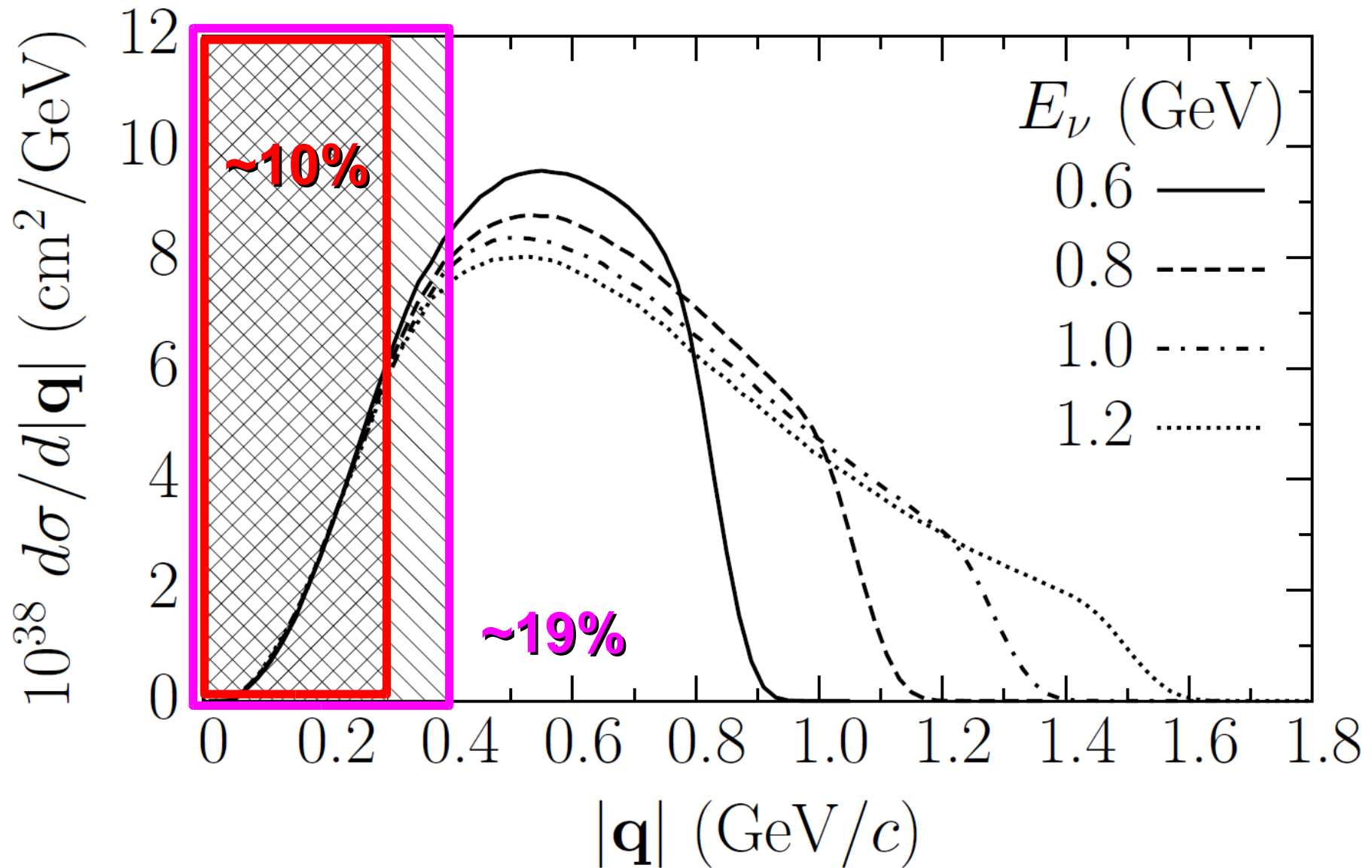


Załamanie się przybliżenia impulsowego

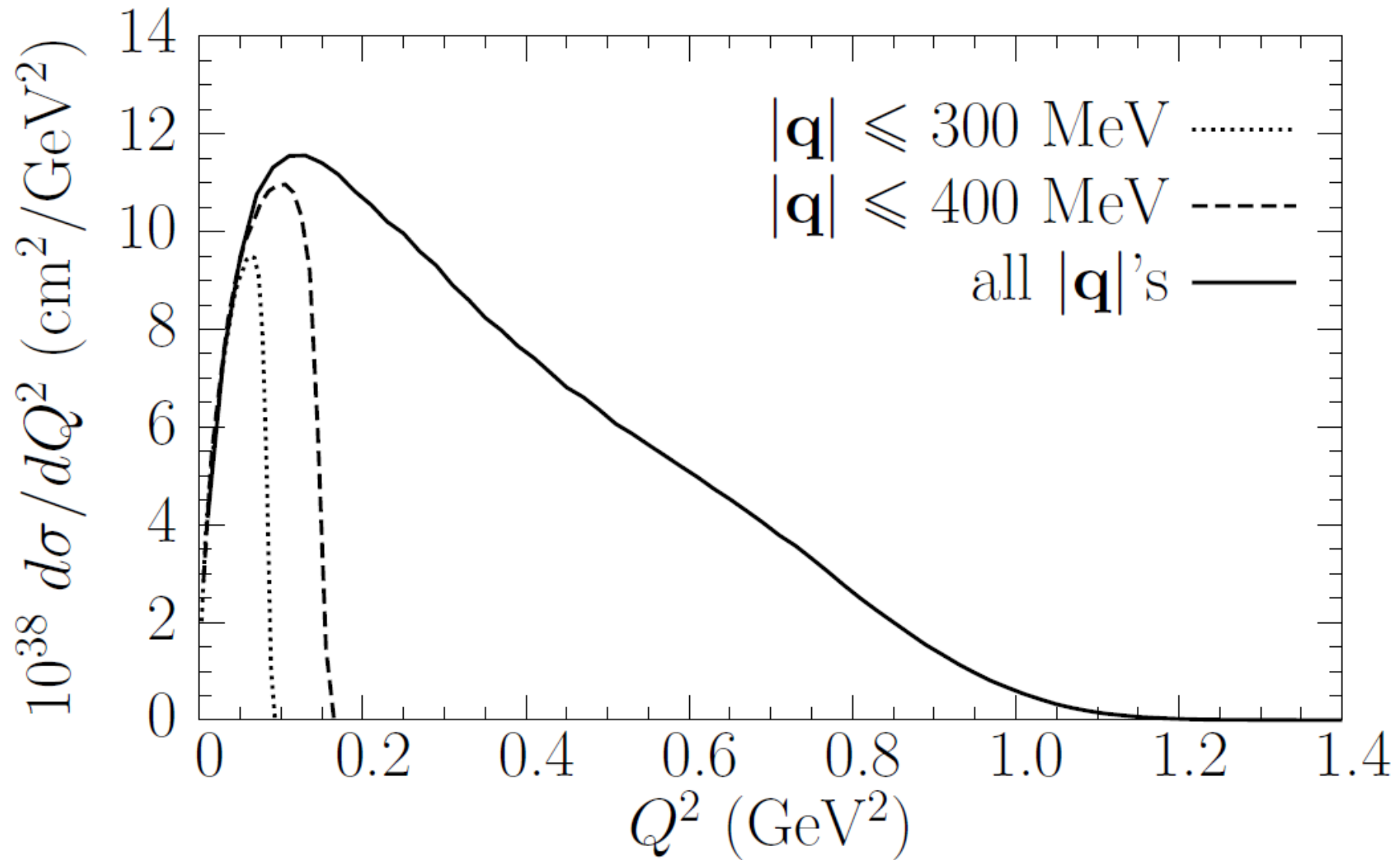


Gdy $|q| < 400 \text{ MeV}$ pojawiają się oddz. z dwoma i więcej nukleonami

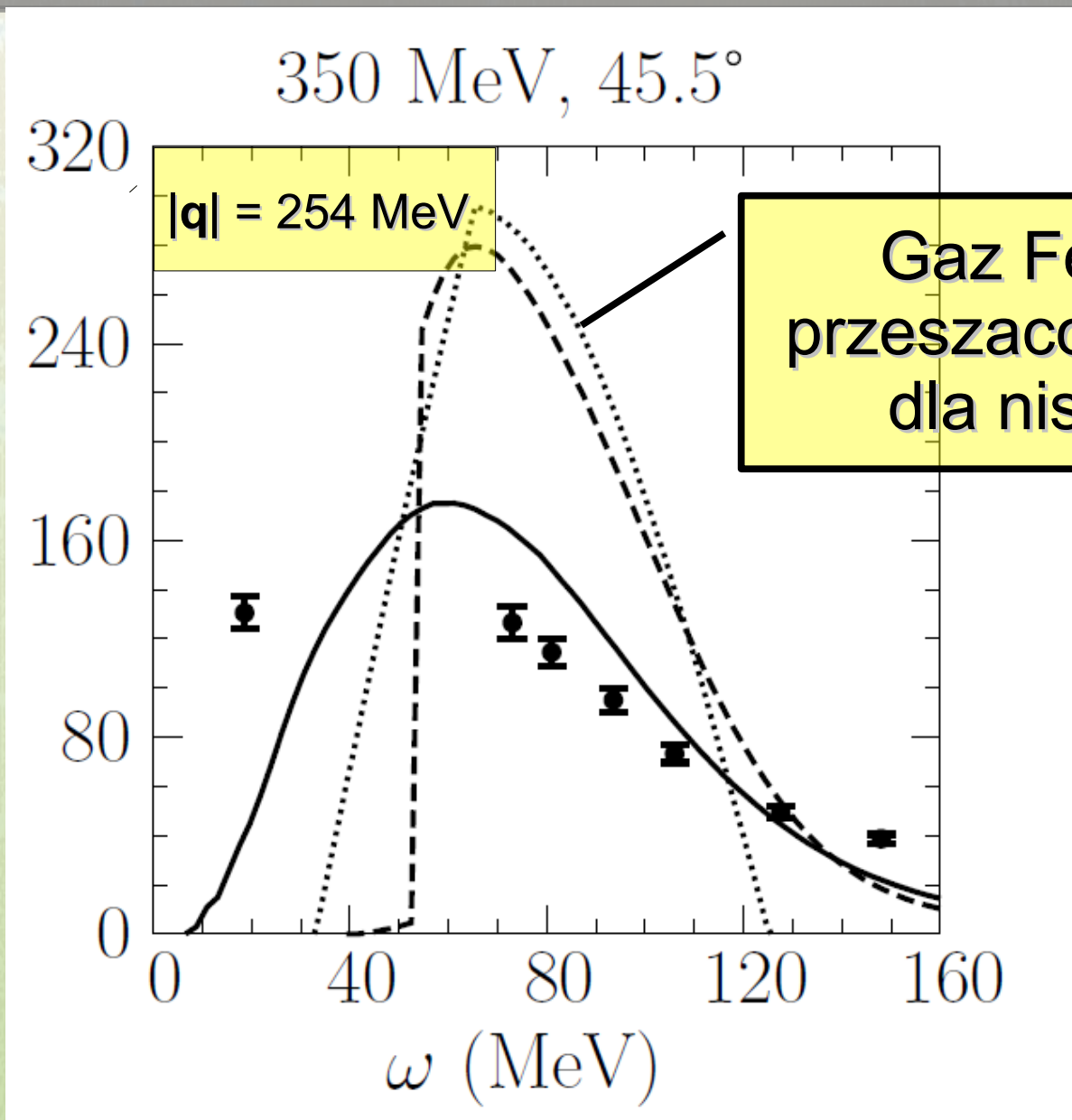
Konsekwencje dla fizyki neutrin



Konsekwencje dla fizyki neutrin



Konsekwencje dla fizyki neutrin



MAID

Photo- and Electroproduction of Pions, Etas and Kaons on the Nucleon

Institut für Kernphysik, Universität Mainz

Mainz, Germany

MAID2007 <small>NEW</small>	updated unitary isobar model for $(e,e'\pi)$
MAID archive	MAID2000 MAID2003
DMT2001	dynamical model for $(e,e'\pi)$
KAON-MAID	isobar model for $(e,e'K)$
ETA-MAID	isobar model for $(e,e'\eta)$ reggeized isobar model for (γ,η)
ETA'-MAID	reggeized isobar model for (γ,η')
2-PION-MAID <small>NEW</small>	isobar model for $(\gamma,\pi\pi)$

[Back to Theory Group Homepage](#)



[MAID update info](#)

A Unitary Isobar Model for Pion Photo- and Electroproduction on the Nucleon

[D. Drechsel](#), [S.S. Kamalov](#), [L. Tiator](#)

[Nucl. Phys. A645 \(1999\) 145-174](#) and [Eur. Phys. J. A34 \(2007\)69 \(arXiv:0710.0306\)](#)

- [Electromagnetic Multipoles](#) ($E_{1z}, M_{1z}, L_{1z}, S_{1z}$)
- [Amplitudes](#) ($F_1, \dots, F_6, H_1, \dots, H_6, A_1, \dots, A_6$)
- [Polarized Response Functions](#) ($R_T, R_L, R_{LT}, R_{TT}, R_{LT}, R_{TT}$)
- [Differential Cross Sections](#) ($d\sigma_T, d\sigma_L, d\sigma_{LT}, d\sigma_{TT}, \dots$)
- [5-fold Diff. Cross Section](#) ($d^5\sigma, \Gamma, d\sigma^V = d\sigma_{T+\varepsilon} d\sigma_{L+\varepsilon} d\sigma_{TT} \cos 2\phi + \dots$)
- [Total Cross Sections](#) ($\sigma_T, \sigma_L, \sigma_{LT}, \sigma_{TT}, \dots$)
- [Transverse Polarization Observables](#) ($d\sigma/d\Omega, T, \Sigma, P, E, F, G, H, \dots$)
- [Target Polarization](#) (P_x, P_y, P_z)
- [Recoil Polarization](#) (P_x, P_y, P_z)
- [Sum Rules](#) ($I_{GDH}, \gamma_0, I_{BC}, I_1, I_2, \dots$)
- [Download Data Files](#) ^{NEW}

External services:

[MAID Homepage](#) [MAID2003](#) [DMT2001](#) [KAON-MAID](#) [ETA-MAID2000](#) [ETA-MAID2003](#) [ETA'-MAID](#)

[A1 kinematics calculator for electroproduction \(Java script\)](#)

[SAID Partial-Wave Analyses](#)

MAID

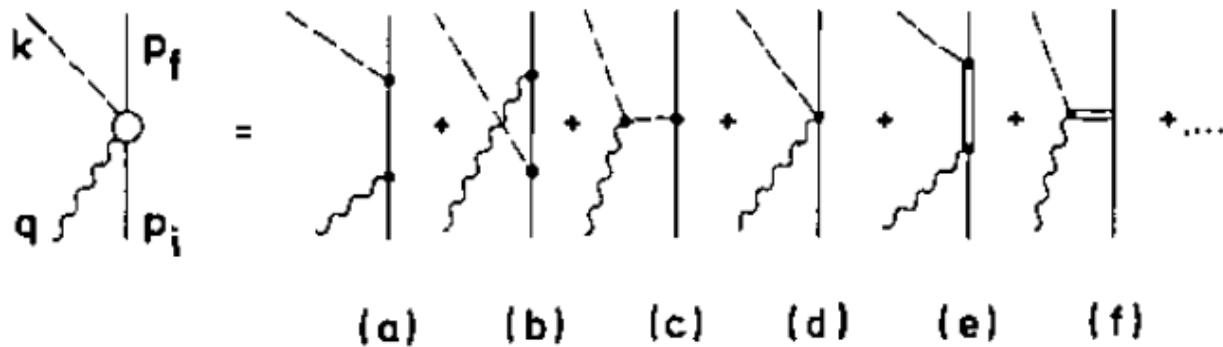


Figure 1. Diagrams contributing to pion photoproduction: (a) direct and (b) crossed nucleon pole, (c) pion pole, (d) contact term (in pseudovector coupling), (e) isobar excitation, (f) exchange of heavier mesons.

eta MAID

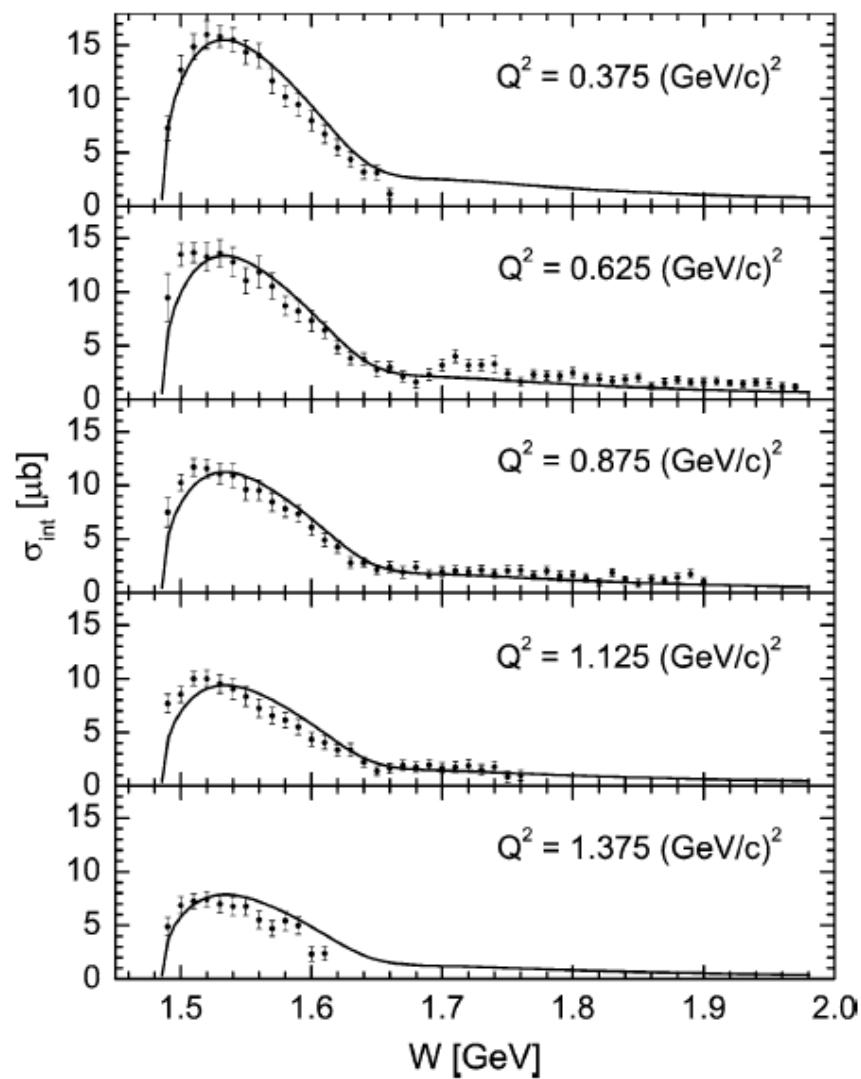
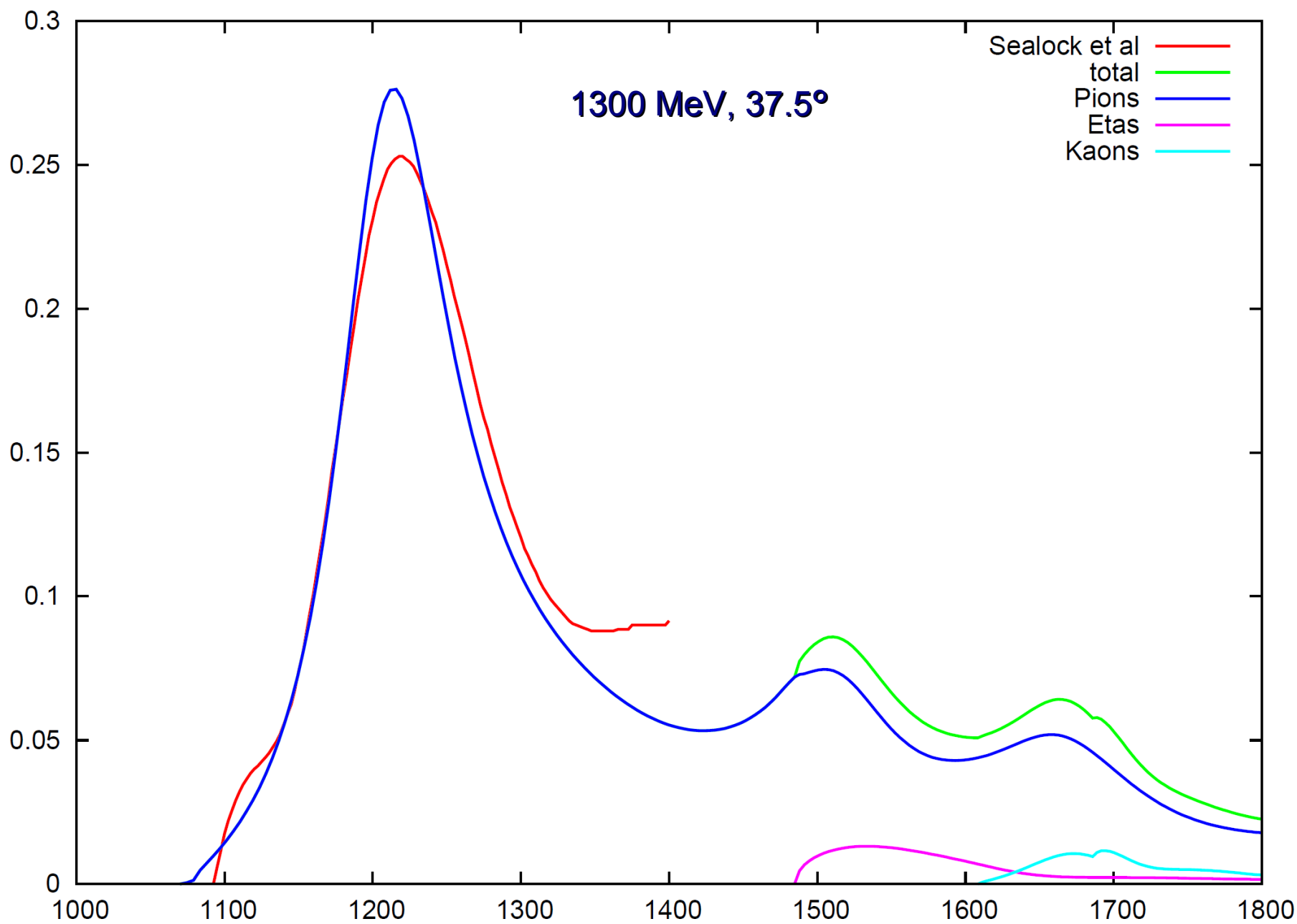


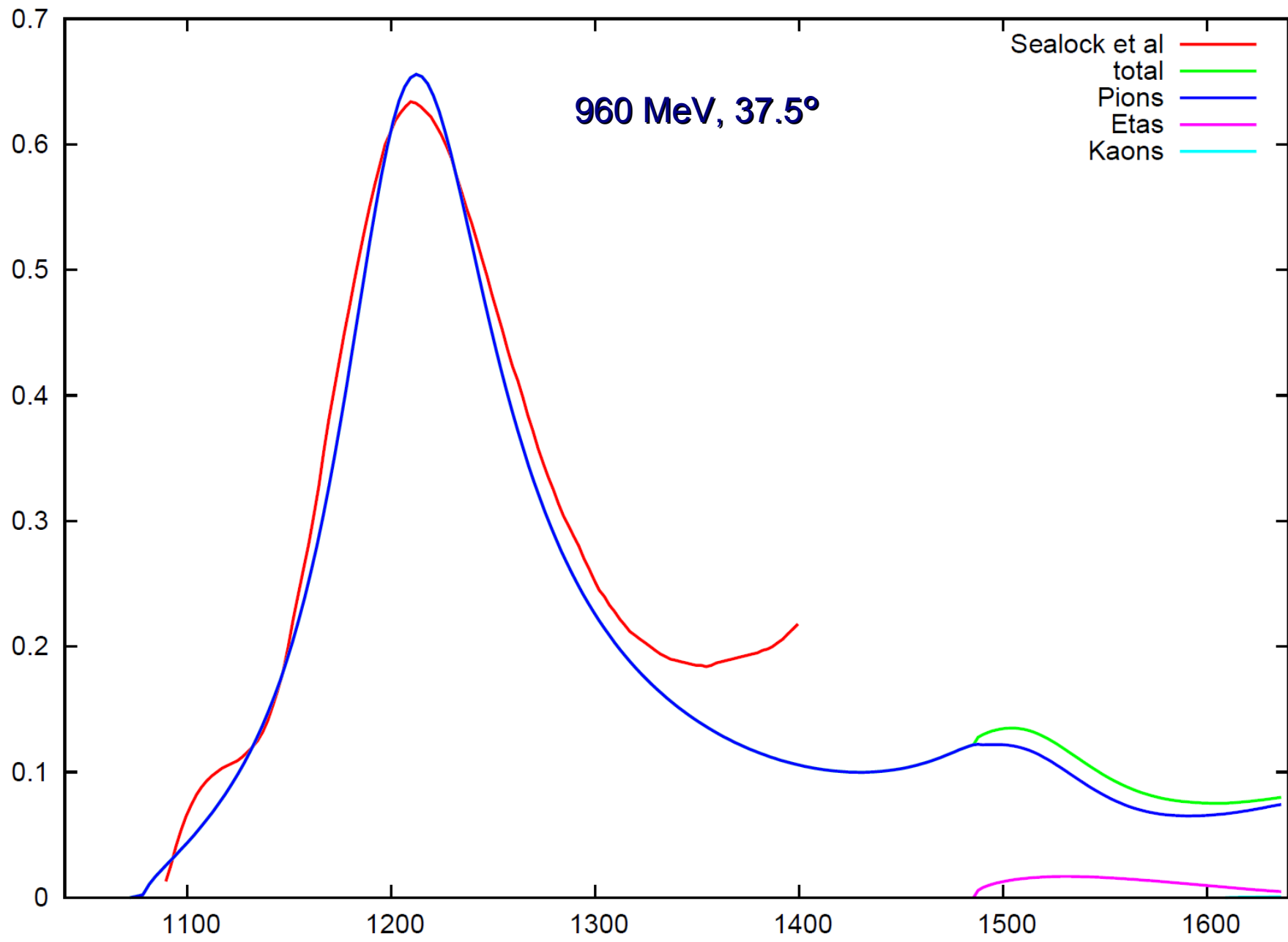
Fig. 11. Total cross section for $p(e, e'p)\eta$ at various Q^2 compared to the CLAS integrated cross-section data [32].

MAID

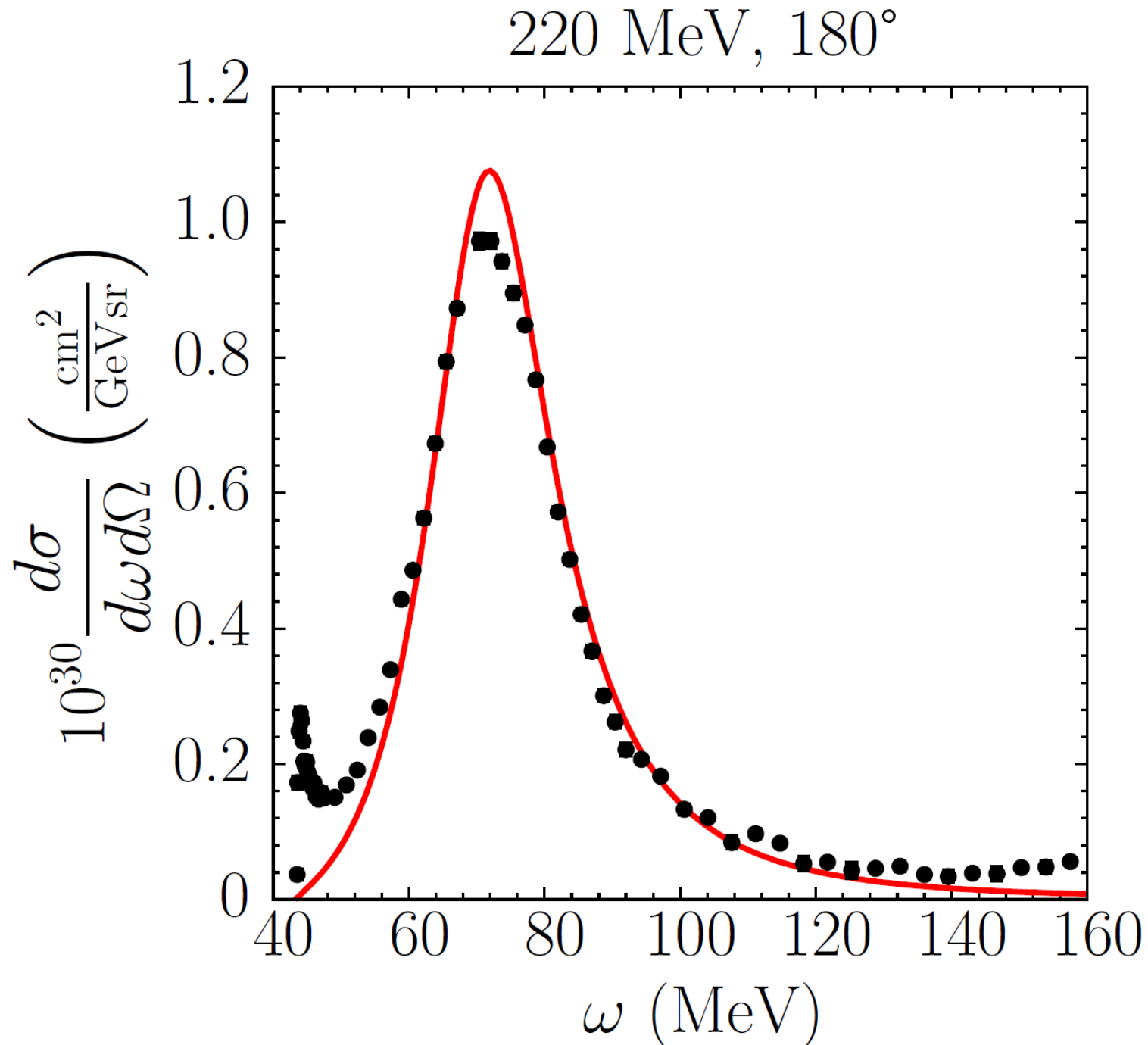
1300 MeV, 37.5°



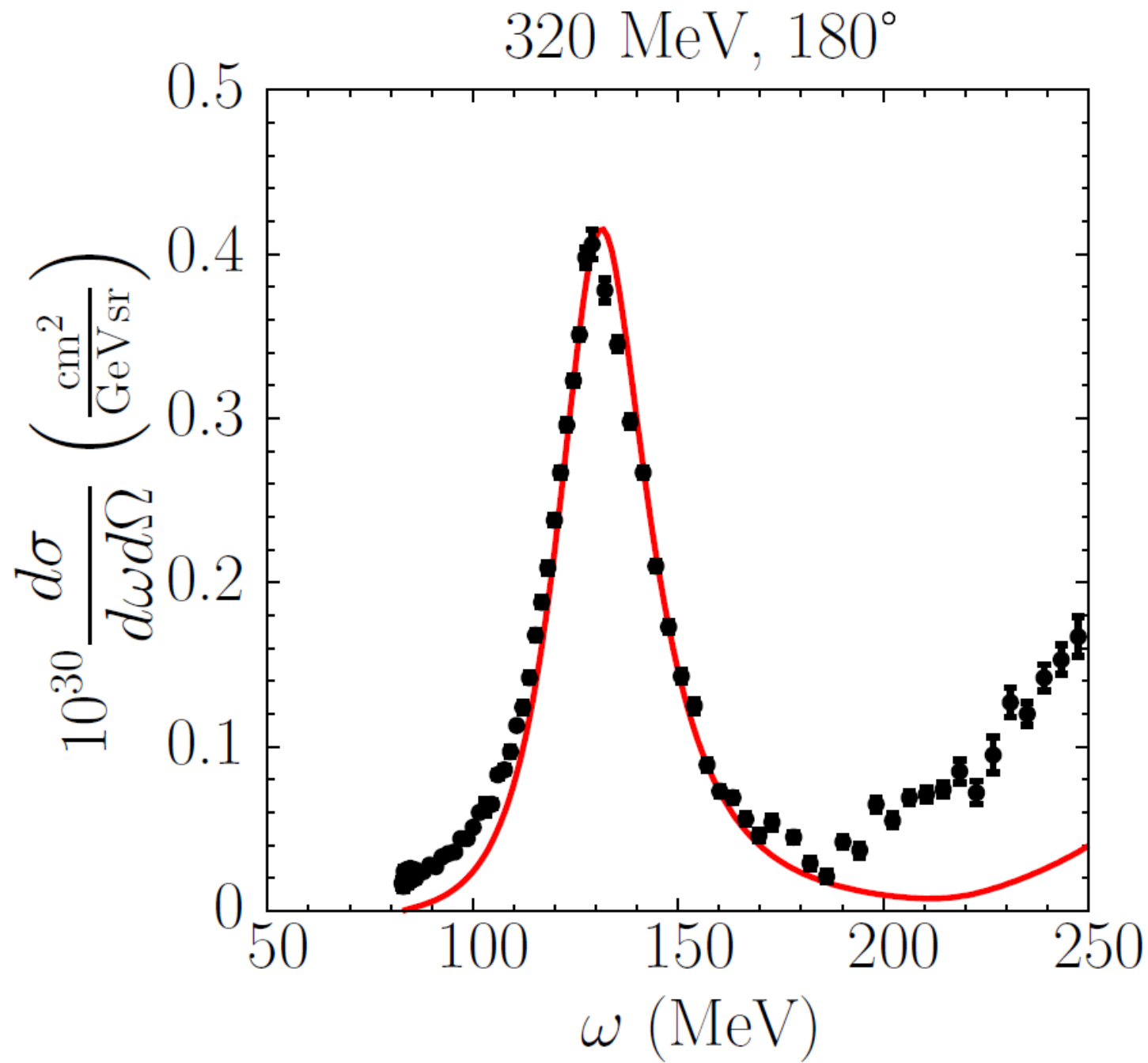
MAID - wodór



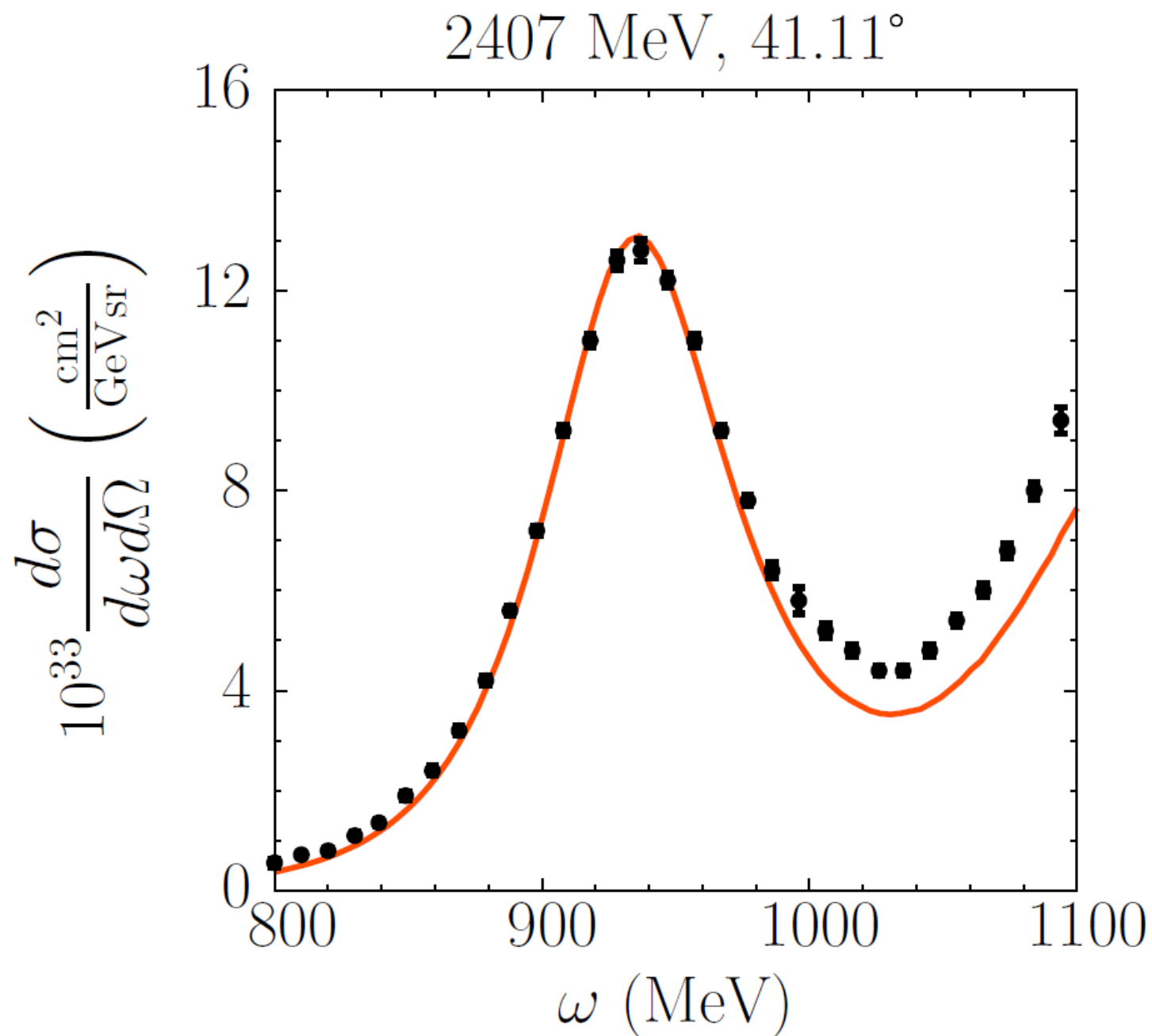
MAID - deuter



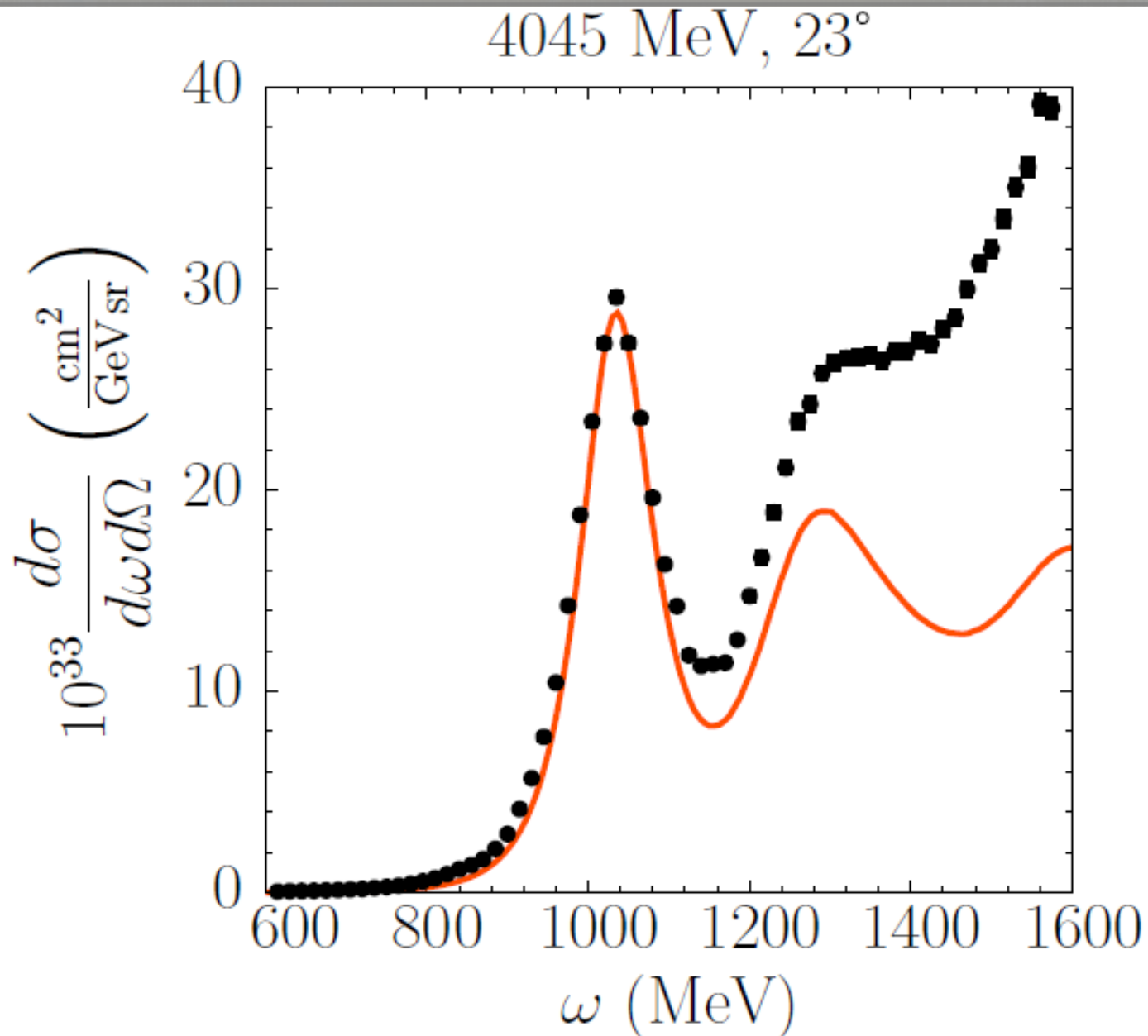
MAID - deuter



MAID - deuter



MAID - deuter



Podsumowanie

- Niektóre dane dla elektronów odpowiadają kinematycznie neutrinom
- Można ich użyć do weryfikacji opisu efektów jądrowych
- W przybliżeniu impulsowym źle opisujemy znaczącą część kwazielastycznego przekroju neutrin