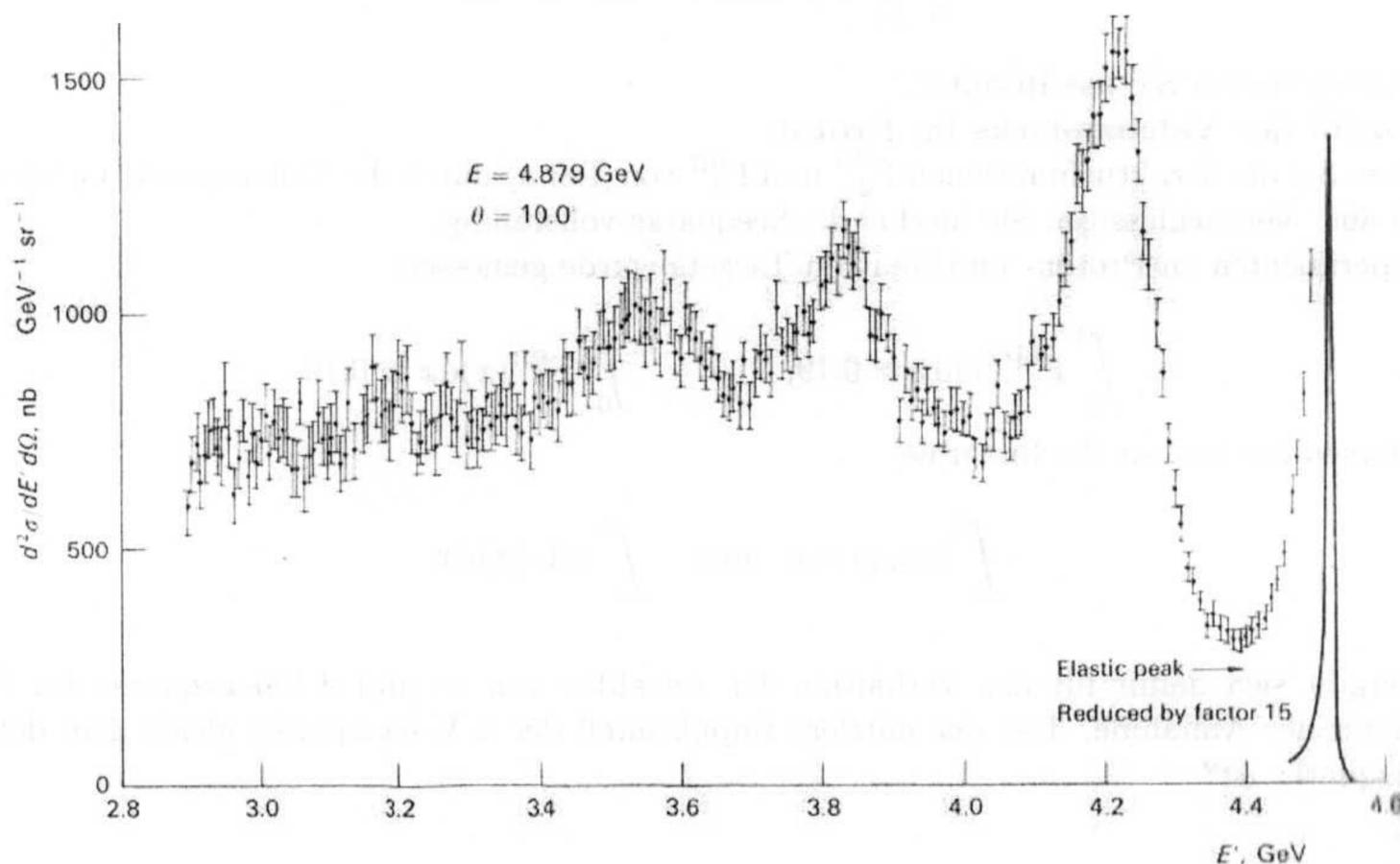


Übungsblatt 8

8.1 Inelastische ep Streuung (25 Punkte)



In einem "fixed target" Experiment an einem Proton-Target mit einem Elektronenstrahl der Energie $E = 4.879$ GeV wurden die gestreuten Elektronen der Energie E' bei einem Winkel von $\theta = 10^\circ$ gemessen. Im Energiespektrum $\frac{d\sigma}{dE'}$ der gestreuten Elektronen (siehe Abb.) werden mehrere Resonanzen beobachtet.

- Berechnen Sie die Massen der beiden Resonanzen bei $E' = 4.2$ GeV und $E' = 3.82$ GeV.
- Schätzen Sie die Lebensdauern der Resonanzen ab.
- Berechnen Sie den 4-Impulsübertrag sowie die Bjorken Skalenvariable x bei den Resonanzen.

8.2 Parton Spin (25 Punkte)

Erläutern Sie, wie man die Callan-Gross-Beziehung zur Bestimmung des Partonspins erhält.

8.3 Strukturfunktionen und Quark-Impulsverteilungen (50 Punkte)

Die Proton-Strukturfunktion $F_2^{\text{ep}}(x)$ kann durch die Quarkverteilungen ausgedrückt werden als

$$F_2^{\text{ep}}(x) = x \left(\frac{4}{9}(u(x) + \bar{u}(x)) + \frac{1}{9}(d(x) + \bar{d}(x)) + \frac{1}{9}(s(x) + \bar{s}(x)) \right),$$

wobei $u(x)$ die u-Quarkverteilung und x der Impulsbruchteil des Protons ist, der von u-Quarks getragen wird. Entsprechend sind $d(x)$, $s(x)$ für d- und s-Quarks im Proton definiert sowie die Antiquarkverteilungen $\bar{u}(x)$, $\bar{d}(x)$ und $\bar{s}(x)$.

a) Neutron-Strukturfunktion

Drücken Sie die Neutron-Strukturfunktion $F_2^{\text{en}}(x)$ durch die Quarkverteilungen im Proton aus. *Hinweis:* Da Neutron und Proton ein Isospin-Dublett bilden, stehen ihre Quarkverteilungen in Beziehung: $u^{\text{n}}(x) = d^{\text{p}}(x) \equiv d(x)$ und $d^{\text{n}}(x) = u^{\text{p}}(x) \equiv u(x)$. Die Verteilungen $u(x)$, $d(x)$ etc. sind als die Verteilungen **im Proton** (!) definiert.

b) Nukleon-Strukturfunktion und Impulssummenregel

Berechnen Sie mit dem Resultat von a) die Strukturfunktion F_2^{eN} gemittelt über Proton und Neutron. Vernachlässigen Sie hierbei die $s(\bar{s})$ -Quark-Anteile, die wegen der höheren s -Masse nur wenig beitragen.

Vergleichen Sie mit dem experimentell bestimmten Wert

$$\frac{18}{5} \int_0^1 F_2^{eN}(x) dx = 0.54 \pm 0.05$$

und interpretieren Sie das Resultat.

c) Anzahl der Valenzquarks im Proton

Drücken Sie die Strukturfunktionen F_2^{eP} und F_2^{en} von Teil a) durch die Valenzquark- $u_V(x)$ und $d_V(x)$ aus. Vernachlässigen Sie hierbei die Seequarks vollständig.

In Experimenten an Proton- und Neutron-Targets wurde gemessen:

$$\int_0^1 F_2^{eP}(x) dx \approx 0.19; \quad \int_0^1 F_2^{en}(x) dx \approx 0.12$$

Bestimmen Sie hieraus die Integrale

$$\int_0^1 x u_V(x) dx \quad \text{und} \quad \int_0^1 x d_V(x) dx.$$

Was ergibt sich damit für das Verhältnis der Anzahlen von u - und d -Valenzquarks im Proton unter der Annahme, dass der mittlere Impulsanteil der u -Valenzquarks gleich dem der d -Valenzquarks ist?