

# Übungen Physik VI (Kerne und Teilchen)

Sommersemester 2010

Übungsblatt Nr. 04

Bearbeitung bis 20.05.2010

---

## Aufgabe 1: N–N Potenzial

- Betrachten Sie ein System aus zwei Nukleonen in einer relativen  $S$  Welle ( $L = 0$ ). Welches sind die möglichen Spin/Isospin Zustände?
- Weshalb ist kein gebundener Zustand für  $S = 0$  einer beliebigen Kombination mit zwei Nukleonen bekannt (nn,pn,pp)?
- Warum ist es aber dann möglich ein gebundenes System von p und n im Zustand  $S = 1$  zu beobachten?

## Lösung:

- Spins mit  $s = 1/2$  können zu  $S = -1, 0, +1$  koppeln. Die Isospins von Proton und Neutron sind (Nomenklatur:  $(I, I_3)$ )  $(1/2, +1/2)$  und  $(1/2, -1/2)$ . Daraus können die folgenden Zustände für die verschiedenen Konfigurationen geformt werden:

Konfiguration	$I$	$I_3$	Teilchen
Singlet	0	0	(n,p)
Triplet	1	-1	(n,n)
		0	(n,p)
		+1	(p,p)

- Der anziehende Teil des N–N Potential ist nicht stark genug, um einen gebundenen Zustand mit  $S = 0$  zu erzeugen.
- Ein gebundener Zustand kann für  $S = 1$  durch ein anziehendes Zentralpotential gemeinsam mit dem Tensoranteil der starken Wechselwirkung und dem Spin–Spin Anteil erreicht werden. Damit erhalten wir das Deuteron.

*Korrespondierende Vorlesungsfolien: V04 – Folie 13-20*

### Aufgabe 2: Kernfusion in der Sonne und der Gamow-Peak

Die Lösung dieser Aufgabe wird gerade noch überarbeitet und muss nachgereicht werden.

### Aufgabe 3: Strukturfunktion

Skizzieren Sie die Strukturfunktion des Protons  $F_2(x)$  für ein festes  $Q^2$  unter der Annahme, dass das Proton

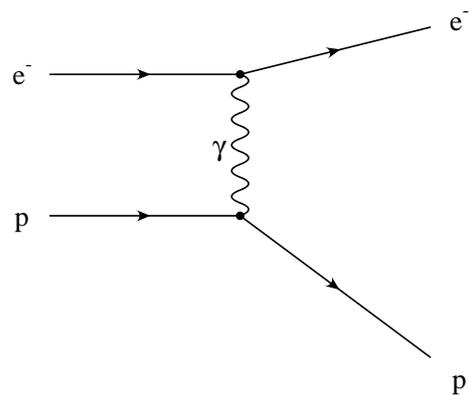
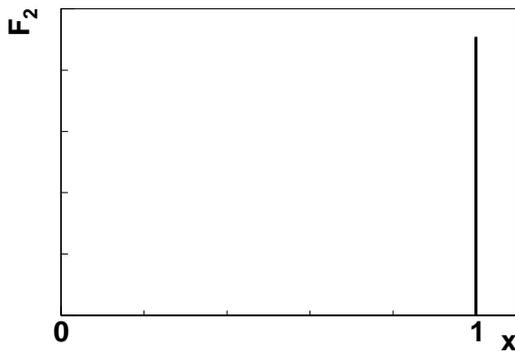
- a) ein einziges elementares Teilchen ist
- b) aus drei nicht wechselwirkenden Valenzquarks besteht
- c) aus drei wechselwirkenden Valenzquarks besteht
- d) aus Valenz- und Seequarks sowie Gluonen besteht.

Zeichnen Sie zu jedem der vier Fälle ein Feynmandiagramm der  $ep$ -Streuung.

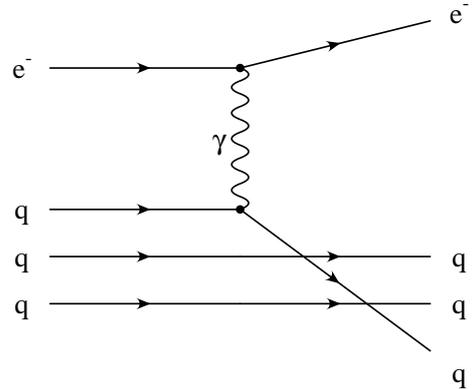
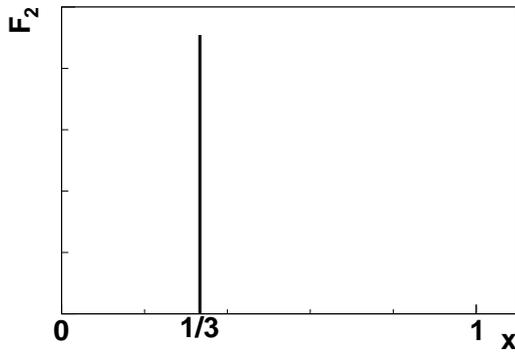
### Lösung:

Die Strukturfunktion  $F_2(x)$  ist durch die Impulsdichteverteilung der Partonen, an denen gestreut wird, bestimmt.

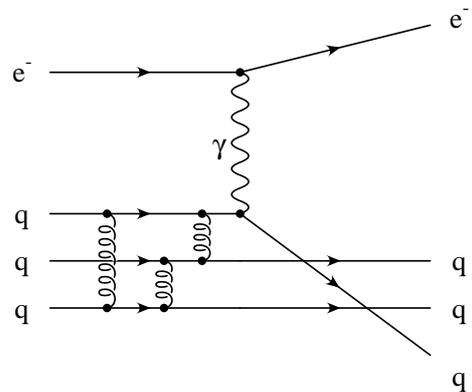
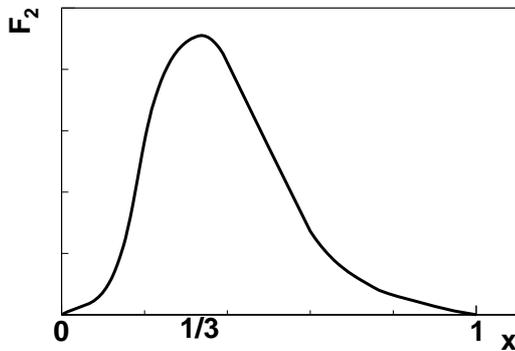
- a) Wenn das Proton ein elementares Teilchen ist, hat es keine Struktur und das an der Reaktion teilnehmende "Parton" trägt den gesamten Impuls des Protons, d.h.  $F_2$  ist eine Deltafunktion bei  $x = 1$ .



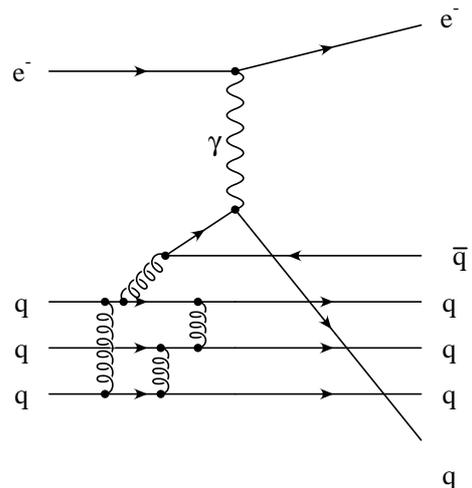
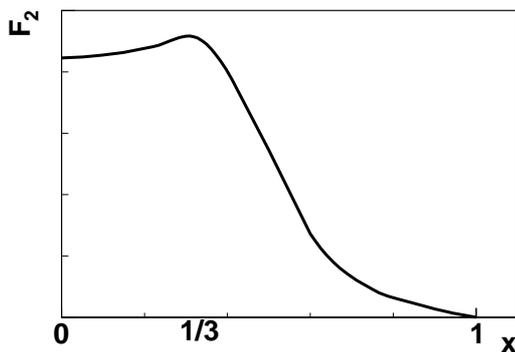
- b) Bei drei nicht wechselwirkenden Partonen trägt jedes davon jeweils ein Drittel des Protonimpulses.



- c) Durch die Wechselwirkung unter den Partonen wird die Impulsverteilung um  $x = 1/3$  herum verschmiert.



- d) Dadurch, dass die Seequarks hinzukommen, die in der Regel einen kleinen Impulsanteil haben, gibt es einen zusätzlichen Beitrag zu  $F_2$  bei kleinen  $x$ .



Korrespondierende Vorlesungsfolien: V08 – Folie 17