

# Kern & Teilchen

## Kapitel 1 - Einleitung

Atome

$$\text{\AA} : 10^{-10} \text{ m} \rightarrow$$

$$10 \text{ pm} - 10 \text{ nm}$$

Kerne : fm

//

$$\mu \text{ m} : 10^{-6}$$

$$\text{nm} : 10^{-9}$$

$$\text{pm} : 10^{-12}$$

$$\text{fm} : 10^{-15}$$

Untersuchungen mit Teilchenbeschleunigern

→ Elementart. haben innere Struktur

4 Wechselwirkungen : Eichbosonen sind Überträger

Vereinheitlichen : elektrochw.  $SU(2) \times U(1)$

QCD :  $SU(3)$

3 : Dimension

U : Unitar - hier komplexen  $M$

O : orthogonal - reelle  $M$

S : speziell :  $\det = +1$  (keine Spiegelung)

Ladung :  $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

$$eV : 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Quarks} : q = \pm \frac{e_0}{3}, \pm \frac{2e_0}{3}$$

Massen :  $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$$m_n = 1,674 \cdot 10^{-27}$$

$$m_e = 0,9 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

→ Energien  $c = 2998 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

→  $m_p = 938 \text{ MeV}$

$m_n = 939 \text{ MeV}$

$m_e = 0,5 \text{ MeV}$

Paarbildung:  $\gamma \rightarrow e^- + e^+$

→ min  $2m_e c^2 \sim 1 \text{ MeV}$  wird benötigt

benutzte T:  $E = \gamma m_0 c^2 = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} m_0 c^2$

Spin:  $S^2$  &  $S_z$  gleichz. diagonal.

$$[s_i, s_j] = i\hbar \epsilon_{ijk} s_k$$

$$\hat{S}^2 |s m_s\rangle = s(s+1)\hbar^2 |s m_s\rangle \quad s = 0, \frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}$$

$$S_z |s m_s\rangle = m_s \hbar |s m_s\rangle \quad m_s = -s, -s+1, \dots, s-1, s$$

$l$  ist ganzzahlig

Fermionen: Spin halbz      Bosonen: Spin ganzz.

$e^-, p, n$ :  $s = \frac{1}{2}$

$\gamma$ :  $s = 1$

Magn. Moment

$$\vec{\mu}_s = g_s \mu_B \frac{\vec{s}}{\hbar}$$

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e} = 5,8 \cdot 10^{-5} \frac{eV}{T}$$

$g_e = -1$  (klassisch)

$g_p$  (Dirac) =  $-2$       exp:  $-2,0023$

Ableitung: ansonsten mögen Moment

Entwickel mit QED nach Potenzen  $\alpha$  - Feinstrukturzahl

$$L_f = \frac{1}{\lambda^{3/2}} \rightarrow \text{besseren Wert}$$

Neutron & Proton:  $\mu_N$  statt  $\mu_0$   $\mu_N = \frac{e_0 \hbar^2}{2m_0^{(p)}} = 3,1 \cdot 10^{-8} \frac{eV}{T}$

exp:  $g_s^{(p)} = 2 \cdot 2,8$  Dirac: 2  
 $g_s^{(n)} = -2 \cdot 1,9$  0

→ Ableitung auf von Struktur

& WW zwischen Nukleonen & Mesonen

skalares magnet Moment:

Komponente von  $\vec{\mu}_s$  in Richtung, wo  $m_s$  maximal ist

### Systematik d. Elementarteil.

! aus Fundamenteil. aufgebaut

Fermionen: Leptonen & Quarks mit Antiteilchen  
(alle Fundamenteil) QCD 3 Farbgarben

Confinement Übertragung der Farbe d. Gluonen  
masselos? (Phänomene)

$W^\pm$  &  $Z^0$  Bosonen: Überträger d. schwachen WW

Higgs gibt ihnen Masse?

Leptonen:  $e^-$   $\mu^-$   $\tau^-$   $s = \frac{1}{2}$   
 $\nu_e$   $\nu_\mu$   $\nu_\tau$  Neutrinos

Quarks

$$s = \frac{1}{2}$$

u c t  
d s b

Photon:

$$m_0 = 0$$

$W^\pm$

$$m_W = 81 \text{ GeV}$$

$$m_Z = 92 \text{ GeV}$$

Anzahl d. Gen. auf 4. beschränkt

Leptonen

— keine starke WW

Quarks: alle WW

Außer Leptonen & Eichbosonen sind alle T aus Quarks aufgebaut

Mesonen:

$q \bar{q}$

$\pi, K$

Baryonen

$qqq$

$p, n$

$\Delta$

} Hadronen