

Hadronen

Baryonen
"schwere"
Spin $\frac{1}{2}, \frac{3}{2} \dots$
Fermionen

p, n, Δ
+ viele andere

$$\boxed{qqq}$$

$$\boxed{B=1}$$

Mesonen
"leichte" starknw. Teilchen
Spin 0
Bosonen

$\pi^{\pm}, \pi^0, K^{\pm}, K^0, D, \dots, B, \dots$

$$\boxed{q\bar{q}}$$

$$\boxed{B=0}$$

n. lin. Komb.

Pionen leichteste $q\bar{q}$ -Hadronen, $m \approx 140$ MeV

$$\pi^+ = u\bar{d} \rightarrow \mu^+ \nu \quad \text{schwach} \quad \tau = 26 \text{ ns}$$

$$\pi^- = \bar{u}d \rightarrow \mu^- \bar{\nu} \quad \text{"-"}$$

$$\pi^0 = \frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u} - d\bar{d}) \rightarrow \gamma\gamma \quad \text{em. Zerfall} \quad \tau \approx 10^{-16} \text{ s}$$

$$\eta^8 = \frac{1}{\sqrt{2}}(u\bar{u} + d\bar{d}) \text{ existiert, anderes Teilchen!}$$

Notation als WF, auch $|\pi^+\rangle$ etc...

Problem: Baryonen und Pauli-Prinzip!

$$\Delta^{++} (1230 \text{ MeV}): J^P = \frac{3}{2}^+$$

leichtester Baryon dieser Art,
also wohl $L=0 \rightarrow$ Orts-WF

Spins: $\uparrow\uparrow\uparrow$, symmetr.

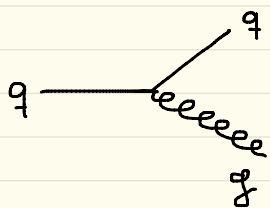
q-Vertauschung --



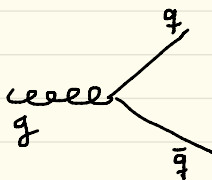
Symm.

Postuliere neue Eigenschaft "Farbe/Farbladung", dreiwertig rgb

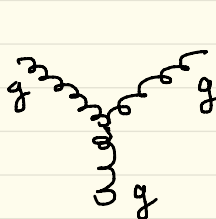
"Farbe" $\rightarrow$ statisches Quarkmodell $\checkmark$
 "Farbladung" $\rightarrow$ QCD!



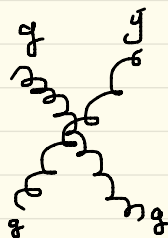
$q \rightarrow qg$
 gluon-Abstrahlung



$g \rightarrow q\bar{q}$
 gluon-Aufspaltung



3g-Vertex



4g-Vertex

Selbstkopplung der
 Gluonen, die selber
 Farbe tragen!



beob. Teilchen müssen farbneutral sein!

Also Bsp. $\pi^+ = \begin{cases} u_{\text{rot}} \bar{d}_{\text{rot}} \\ u_{\text{grün}} \bar{d}_{\text{grün}} \\ u_{\text{blau}} \bar{d}_{\text{blau}} \end{cases}$

Übergänge durch
 farbige Gluonen,
 siehe Graph

~~$qq, qq\bar{q}$~~ verboten

$gg, qqqq\bar{q}$. glueball, Pentaquarks...
 unklare Suchlage...

Dreiwertigkeit der Farbladung äußert sich in 3-fach
 höherem WQ, wenn $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ mit lept. Referenz vgl. wird!
 $\Rightarrow R!$

$$R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)} = \text{im Verhältnis kürzt sich} \\ \sim \text{alles fort bis auf eff. } \langle z_f^2 \rangle \\ \text{je nach C.M.S. Energie}$$

$$= \frac{\sum_f \sigma(e^+e^- \rightarrow q_f \bar{q}_f)}{\sigma_{\mu\mu}} = \dots = n_c \sum_{f(E)} z_f^2$$

Expt.: e^+e^- 'reine Bedingungen'
 $\rightarrow \checkmark$ ok
 Hadronen $\rightarrow$ Schauer im Detektor
 $\rightarrow E, \mu$ im Schauer?
 $\mu^+\mu^-$: klare Signatur
 [entkommen als 'saubere Spur'
 nicht immer...; $z < 1$

Reaktion
 im
 C.M.S.
 = Labor