

Hadronenspektroskopie

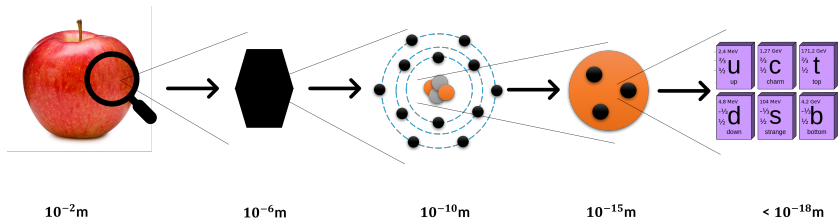
Hadronen und ihre Eigenschaften

Liste der Referent*innen¹

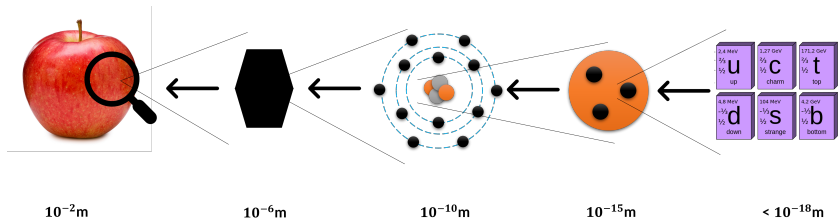
¹Universität und weitere Referenzen

Datumsangabe

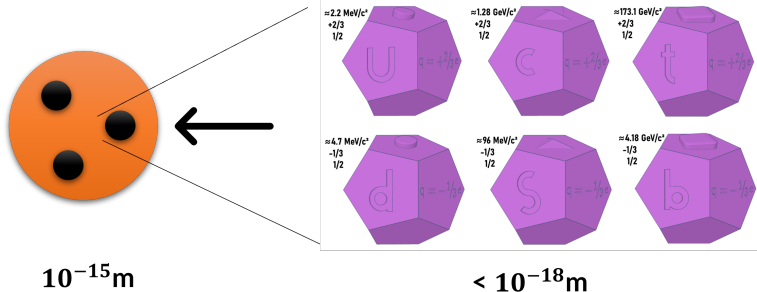
Dekonstruktion



Rekonstruktion



Wie baut man Teilchen?

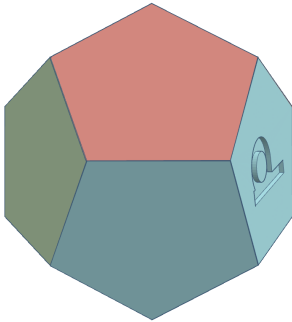


- Unter welchen Bedingungen halten Quarks zusammen?
- Kann Materie mit Antimaterie binden?

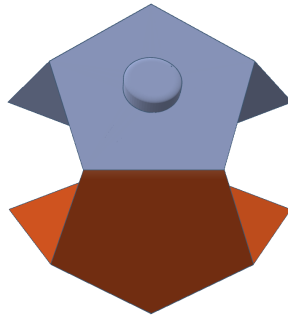
👉 Ihr seid dran!

Aus wie vielen Quarks kann man stabile Teilchen bauen?

Hadronen II



Baryon
 qqq

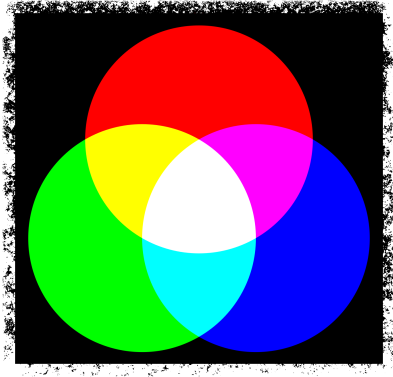


Meson
 $q\bar{q}$

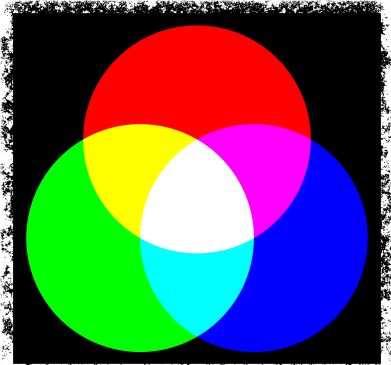
Gibt es Antibaryonen?

Gibt es Antimesonen?

Warum sind Quarks farbig?



Betrachtet Eure Teilchen.
Ideen?



$$\text{Baryon} = \uparrow + \swarrow + \searrow = \vec{0}$$

$$\text{Meson} = \begin{cases} \uparrow + \downarrow = \vec{0} \\ \swarrow + \searrow = \vec{0} \\ \swarrow + \nearrow = \vec{0} \end{cases}$$

Erkenntnis:

Hadronen sind farbneutral.

... und warum definiert man dann Farbe?

Warum Farbe benötigt wird

Wir können nachweisen:

$$\Delta^{++} = (uuu)$$

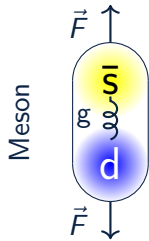
☞ Die einzelnen Up-Quarks *müssen* sich unterscheiden!

⇒ Drei Farben, die sich zusammen auf Weiß addieren: r, b, g.

$$\pi^0 = (u\bar{u})$$

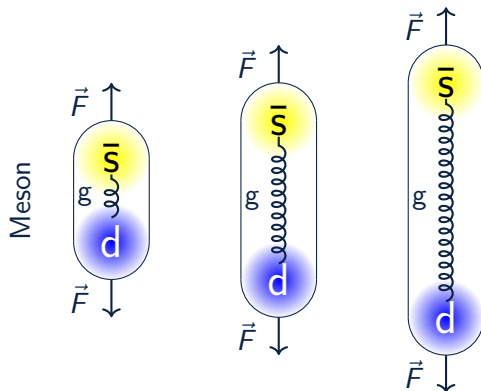
⇒ Antiteilchen besitzen die entsprechende Antifarbe

Confinement



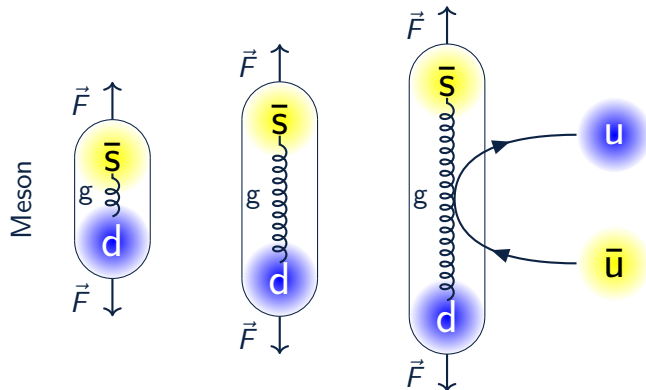
An einem Meson wird gezogen.

Confinement



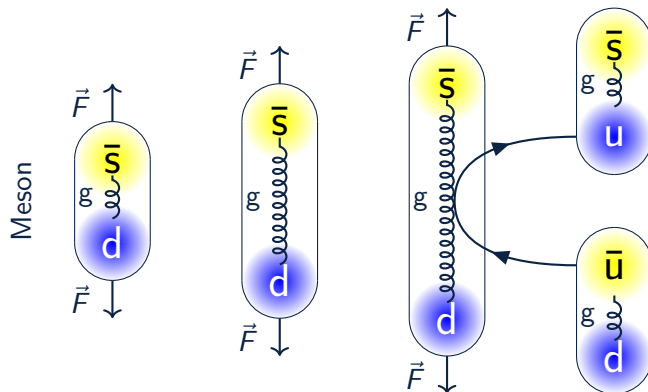
An einem Meson wird gezogen, wann fliegt es auseinander?

Confinement



Aus Energie des Starken Feldes bildet sich $u\bar{u}$ -Paar.

Confinement



Quarks kommen nie einzeln vor, Hadronen sind farbneutral.

$$\text{Baryon} \quad q_B/e \in \{-1, 0, 1, 2\}$$

$$\text{Anti-Baryon} \quad q_{\bar{B}}/e \in \{-2, -1, 0, 1\}$$

$$\text{Meson} \quad q_M/e \in \{-1, 0, 1\}$$

Top-Quark

Warum bindet das Top-Quark nicht? Es gilt:

$$m \propto 1/\tau$$

☞ Erinnerung:

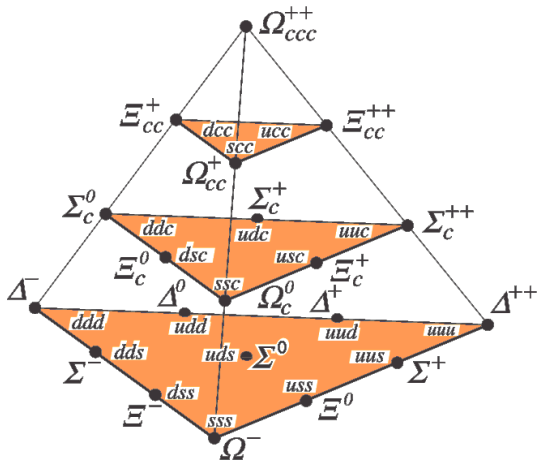
$$m_{top} = 174 \text{ GeV}/c^2$$

$$m_{up} = 2.2 \text{ MeV}/c^2$$

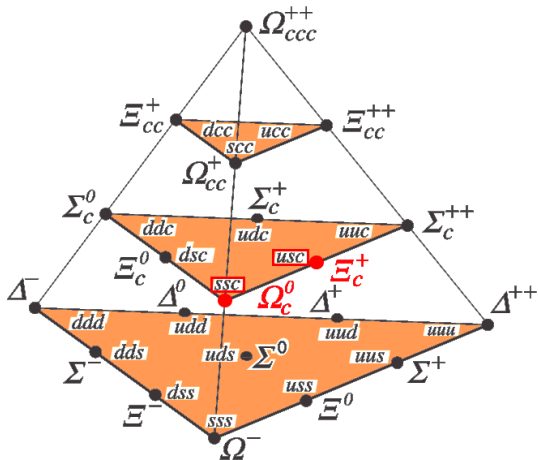
Erkenntnis

Ein Teilchen mit Top-Flavour braucht länger um sich zu formieren, als es zerfällt.

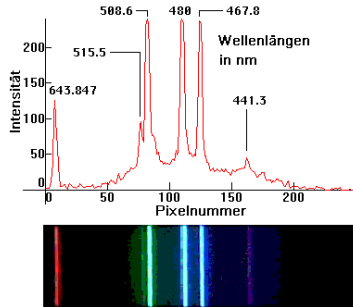
Ordnungssystem Baryonen [1]



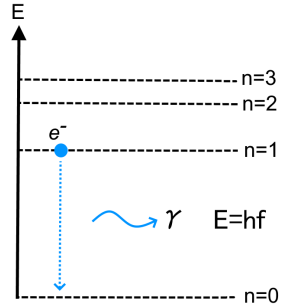
Ordnungssystem Baryonen [1]



Anregungen I

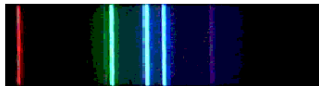
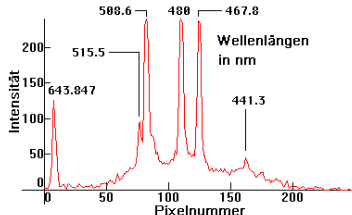


Cd-Spektrum [3]



Energieniveaus

Anregungen I



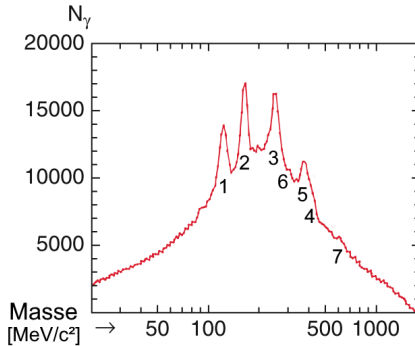
Cd-Spektrum [3]

- Anregungen bei Atomen
- Anregungen bei Kernen
z.B. $Ba^* \rightarrow Ba + \gamma$
- Anregungen bei Hadronen
z.B. Spin: p, Δ^+
oder Energie

Erkenntnis

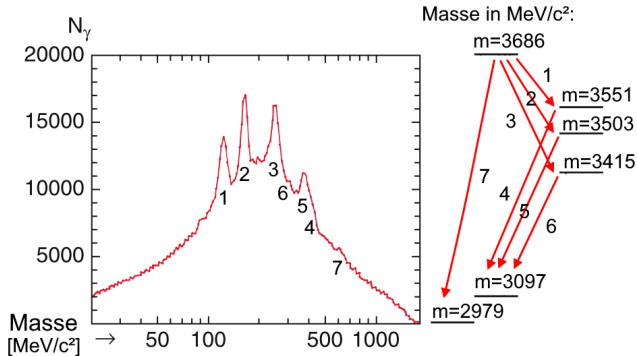
Hadronen: Angeregte Zustände
haben unterschiedliche Massen

Anregungen II – Spektrum von Charmonium $c\bar{c}$ [2]

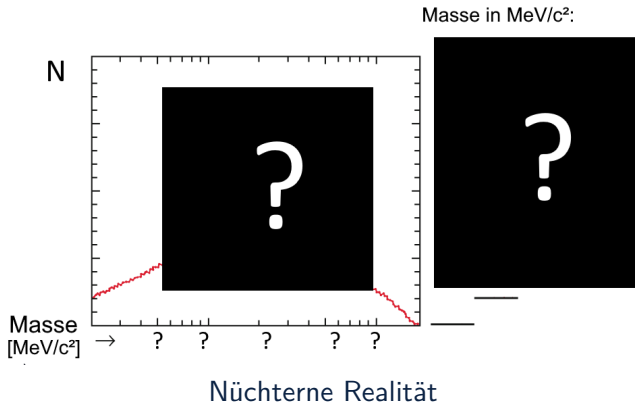


Im Einklang mit theoretischen Vorhersagen?

Anregungen II – Spektrum von Charmonium $c\bar{c}$ [2]



Im Einklang mit theoretischen Vorhersagen?
 $c\bar{c}$ ist wunderbar zu modellieren, jedoch große Ausnahme.



Das Wichtigste

- ✓ Aus Quarks können Hadronen – Baryonen und Mesonen – gebaut werden
 - ✓ Hadronen sind farbneutral, Quarks tragen Farbe
 - ✓ Quarks können nie alleine beobachtet werden
 - ✓ Das Top-Quark ist zu schwer für Formationen
 - ✓ Ω_c^0 (scc) und Ξ_c^+ (usc)
 - ✓ Hadronen können angeregt werden → Masseunterschiede
- ⇒ Wir können über Spektroskopie Informationen über die Natur von Materie erfahren!



Claude Amsler.

The Quark Structure of Hadrons: An Introduction to the Phenomenology and Spectroscopy.

Lecture Notes in Physics ; 949. Springer International Publishing, Cham, 2018.



Diego Bettoni and Roberto Calabrese.

Charmonium spectroscopy.

Progress in Particle and Nuclear Physics, 54(2):615–651, 2005.



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Cd
Niederdruck-Spektrum.png?uselang=de.](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Cd_Niederdruck-Spektrum.png?uselang=de)