

Elementarpartikelfysik, förel. 3

Första gången:

elektromag. vxv

kraftförmidlare

$\gamma = \text{foton}$

rel. styrka

$\alpha \sim 10^{-2}$

Förra gången:

svag kärnvxv

W^+, W^-, Z

$\frac{g^2}{m_W^2} = G_F$

$\alpha_W \sim 10^{-5}$

stark kärnvxv

$g = \text{gluon}$

$\alpha_s \sim 1$

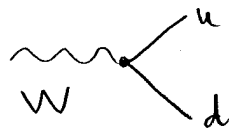
idag

"GRÖN BILD" : Z, 1973

W och kvarkar

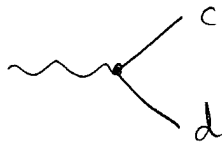
(i sammanfattning: * = kursivt = inte "varför" (CKM) bara "att" (Feynmanregeln))

Bedan sett



(jfr. β -sönderfall)

Nu: finns också



$\begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}$

svagare! (st. CKM-matrix)

OBS: kvark-kvanttalsbevaring bryts av sådana här väldigt svaga effekter

t.ex. S ändras (ex. Λ -sönderfall)

s. 13 i sammanfattn.

Hur vet vi att kvarkar finns?

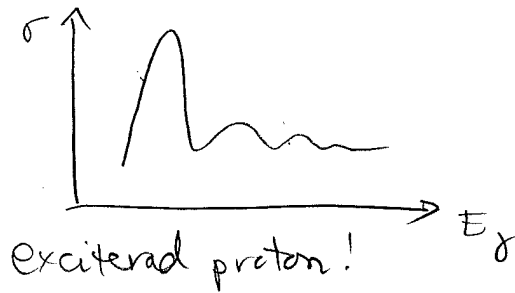
(om bara "färglösa" partiklar observeras)

Indicier:

1) $\vec{\phi}$
n

jfr. dipol

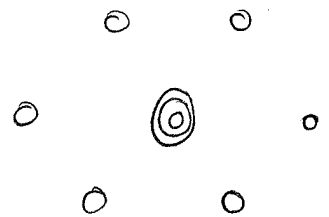
2) δp -kollision



3) "Hadronernas periodiska system"

Gell-Mann & Zweig

(jfr. elektronskal i per. systemet)

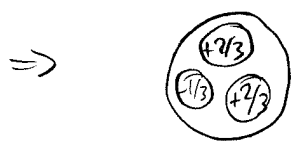
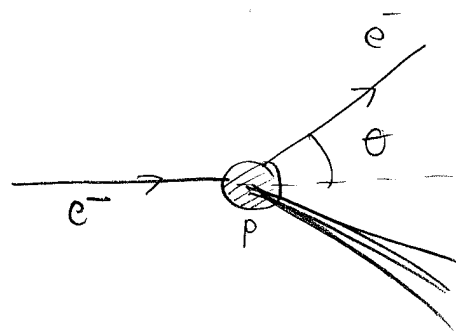


här: 3 kvarkar $\rightarrow$ 9 partiklar

4) Djup inelastisk spridning

stor rörelsemängd
ges till kvark/gluon

ändrar protonens
interna tillstånd



jfr. "MIT bag model"
säckmodellen
("kollidera soptunnor")

1+2+3+4 förklaras av kvarkmodellen

Partikelproduktion i e^+e^- - kollisioner

Referenströrsnitt: enklast möjliga

byggs mest
(ej "söptunnor")

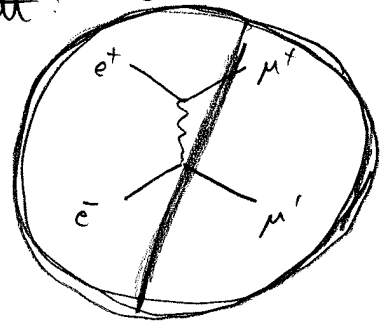
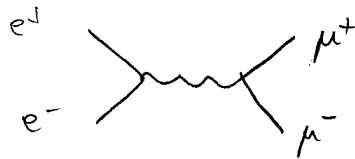
em, svag, stark?

em (inte för svag, producerar elem. partiklar)

$$e^+e^- \rightarrow \begin{matrix} e^+ & e^- \\ \mu^+ & \mu^- \\ \tau^+ & \tau^- \end{matrix} \quad ?$$

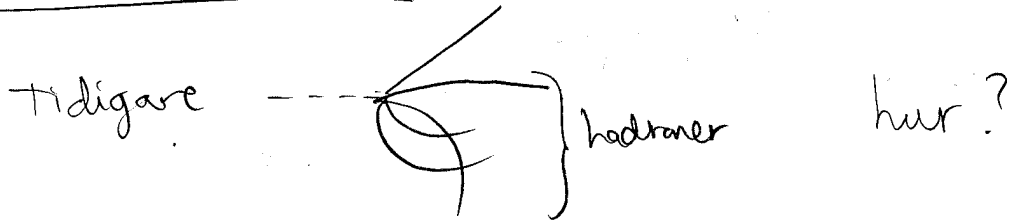
tung

Första har två diagram
andra bara ett:



$\Rightarrow$ välj $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ som referens

Hadronproduktion



men inte bara $n \rightarrow p$

- stor energi
- u inte färglös

a) icke-resonant

b) resonant

a) Icke-resonant:

jfr. tenta 8/11/04
S-4

$$\underbrace{e^2 \left(\frac{2}{3}e\right)^2}_{\sim e^2 \cdot e^2} \rightarrow \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow u\bar{u})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)} = 3 \cdot \frac{\left(\frac{2}{3}e\right)^2}{e^2} = 3 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^2 =: Z_u^2$$

När vi ökar energin blir fler
kvarksmaker producerbara (s.k. trösklar)

Definiera $R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{hadroner})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$

$$= \frac{\sum_f \sigma(e^+e^- \rightarrow q_f \bar{q}_f)}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$$
$$= 3 \cdot \sum_f Z_f^2$$

Ex: över $2m_b$, under $2m_t$

$\Rightarrow$ kan producera u, c, d, s, b

$$R = 3 \cdot \left(\left(\frac{2}{3}\right)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2 + \left(-\frac{1}{3}\right)^2 + \left(-\frac{1}{3}\right)^2 + \left(-\frac{1}{3}\right)^2 \right)$$
$$= 3 \cdot \left(\frac{8}{9} + \frac{1}{3} \right) = \frac{11}{3}$$

jfr. bild sid. 18

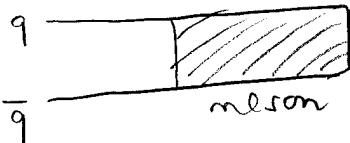
- Testar "3 färger"
- Uppskattar kvarkmassor
(för tyngre kvarkar)
— trösklar (bild s. 15)

b) Resonant hadronproduktion

$q\bar{q}$ bildar meson direkt

sker bara vid $E \approx m_{\text{meson}} c^2$

(jfr. e^+e^-
vid $E \approx m_Z c^2$)

"Diagramregel":  $\rightarrow$ (ut ur bilden
in i detektor)

Undantag: toppkvark  innan
hadronisering

jfr. bild på R! (s.15)
Ser att u, d, c, s, b
alla kommer före Z

"Fasrum" $\approx$ varför tunga
partiklar sönderfaller snabbare

Fler möjliga sluttillstånd $\Rightarrow$ större urval av
rörelsemängder för
slutpartiklarna
 $\Rightarrow$ större tvärsnitt

Kvarkonia*

jfr. positronium (bundet e^+e^- -tillstånd):
charmonium (bundet $c\bar{c}$ -tillstånd)

$$V \sim k_1 \cdot \frac{\alpha_s}{r} + k_2 \cdot r$$

$$\alpha_s \approx 0.2$$

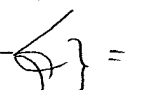
$$m_c \approx 1.5 \text{ GeV}/c^2$$

$$k_2 \approx 1 \text{ GeV}/\text{fm}$$

"Fjäderspänning" k_2

↑
bättre här: "sträng" (enklare process att slitas itu)
men kursomhelst bara analogi, fjäder OK

⇒ strängfragmentation ("the Lund model")
(bild s. 18)

jfr.  =  } hadroner

Experiment (för intresserade: också tisdag!)

Bilder, förklaring s. 19 : kvastar
(räkning s. 20 kursivt)

detektorer s. 20-21 tråd: $\vec{p}$
kalori: E

"bromsstrålning av myoner nedtryckt"
= μ flyger rakt igenom
kalorimetern

(G.U.T och framåt: överkurs)

Tentan:

Beräkningsregler: P. Handbook

Förstå: större kopplingskonstant $\Leftrightarrow$ mer sannolikt
 $(\alpha_s, \alpha_e, \dots) \Leftrightarrow$ större σ

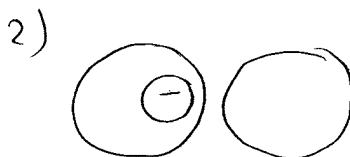
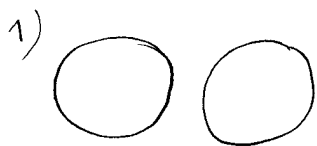
Plugga in 2 små tabeller: s. 3, s. 12 (ej massor, men rangordn
av massor)

Diagram som inte kan hända : = 0 p
inte är mest sannolikt: "rätt" kraft OK
"fel" kraft $\frac{1}{2}$

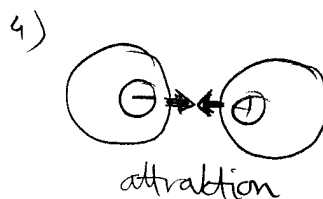
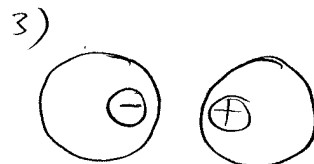
van der Waals-kraft

(3 olika!)

Londonkraften: svag elektrisk attraktion trots neutralitet



laddnings-separation
(kvantmek.!!)



i stark kärnvär:

"mesonkraft"

svag gluonattraktion trots färglöshet

↑
i styrkemening

Feynmanregler: jfr. fig. 16.14 i Dunlap

varje regel på tenta-
hjälpmedlet

