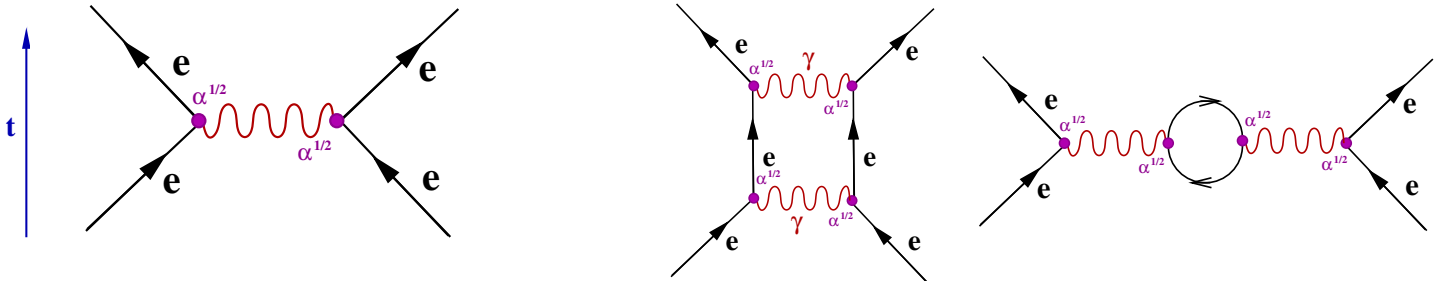


Feynman Diagramme:

- anschauliche Darstellung
- Rechenregeln (Berechnung von Übergangsmatrixelementen)

Bsp. (QED): $e^- e^- \rightarrow e^- e^-$

aber auch kompliziertere Diagramme möglich, z.B.:



klassisch: Coulomb-Abstossung

hier: Impulsänderung durch Emission/Absorption der Austauschteilchen $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

Wichtig:

Nur externe Linien: beobachtbare Teilchen!

Interne Linien: virtuelle Teilchen → nicht beobachtbar!

(verschiedene Feynman-Diagramme: Unterschiedliche Beiträge zur Wechselwirkung ↔ alle möglichen Feynman-Diagramme bestimmen den Prozess ↔ Störungstheorie (jeder Vertex kommt mit $\sqrt{\alpha}$ im Matrixelement/Amplitude und mit $\alpha = 1/137$ im WQ))

52

Weitere Grundlagen

.... Tafel

3) Natürliche Einheiten

4) Vierervektoren

- Teilchenzerfälle
- ein einfaches Bild einer Resonanz

53

.... Tafel

3) Natürliche Einheiten

4) Vierervektoren

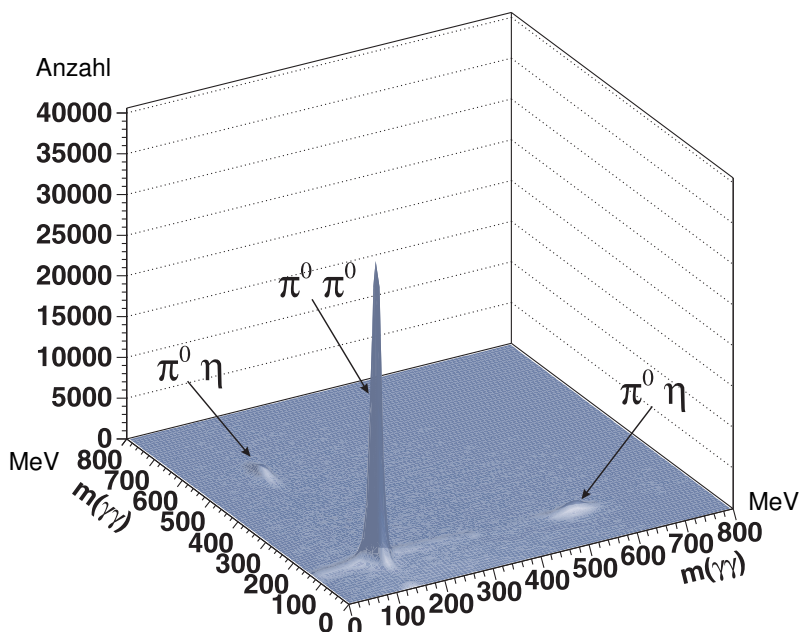
- Teilchenzerfälle
- ein einfaches Bild einer Resonanz

54

Vierervektoren - Beispiel Teilchenzerfall π^0

$$\gamma p \rightarrow p \pi^0 \pi^0 \rightarrow p (\gamma\gamma)(\gamma\gamma)$$

$$m_{\gamma\gamma}^2 = (E_1 + E_2)^2 - (\vec{p}_1 + \vec{p}_2)^2 : (\text{invariante } \gamma\gamma\text{-Masse})^2$$



$$\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma, \eta \rightarrow \gamma\gamma:$$

**elektromagnetische
Wechselwirkung**

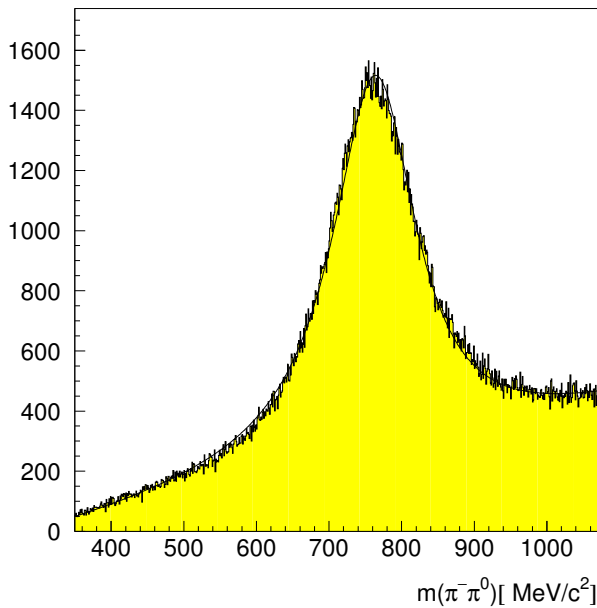
Breite der Peakverteilungen:
Gegeben durch die experimentelle
Auflösung
(Gaußverteilung: $\sigma_{\pi^0} = 7 \text{ MeV}$)

Mittlere Lebensdauer π^0 :
 $(8,4 \pm 0,6) \cdot 10^{-17} \text{ s}$

55

Vierervektoren - Beispiel Teilchenzerfall

- $(\bar{p}p)_{\text{at rest}} \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$



$= \rho(770)$

($M = 770 \text{ MeV}$, $\Gamma \approx 150 \text{ MeV}$)

später in der VL:

$q\bar{q}$ -Zustand (Meson)

Invariante Masse des $\pi^- \pi^0$ -Systems:

$$M_{\pi^- \pi^0}^2 = (E_{\pi^-} + E_{\pi^0})^2 - (\vec{p}_{\pi^-} + \vec{p}_{\pi^0})^2$$

$$m(\pi^- \pi^0) = \sqrt{M_{\pi^- \pi^0}^2} \approx 770 \text{ MeV}$$

kein schmaler Peak

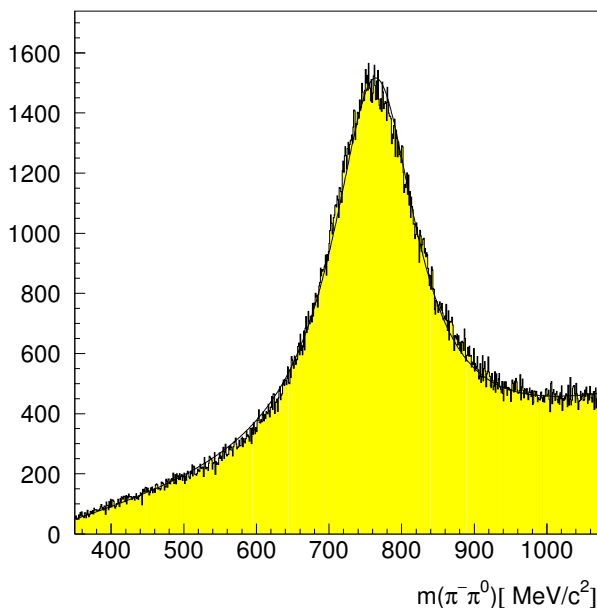
sondern $\Gamma \approx 150 \text{ MeV}$

$\Rightarrow ???$

56

Vierervektoren - Beispiel Teilchenzerfall

- $(\bar{p}p)_{\text{at rest}} \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$



$= \rho(770)$

($M = 770 \text{ MeV}$, $\Gamma \approx 150 \text{ MeV}$)

später in der VL:

$q\bar{q}$ -Zustand (Meson)

Invariante Masse des $\pi^- \pi^0$ -Systems:

$$M_{\pi^- \pi^0}^2 = (E_{\pi^-} + E_{\pi^0})^2 - (\vec{p}_{\pi^-} + \vec{p}_{\pi^0})^2$$

$$m(\pi^- \pi^0) = \sqrt{M_{\pi^- \pi^0}^2} \approx 770 \text{ MeV}$$

kein schmaler Peak

sondern $\Gamma \approx 150 \text{ MeV}$

\Rightarrow **kurzlebige Teilchen**

Lebensdauer:

$$\tau \approx \frac{\hbar}{\Gamma} \approx \frac{6,6 \cdot 10^{-22} \text{ MeV s}}{150 \text{ MeV}}$$

$$= 4,4 \cdot 10^{-24} \text{ s}$$

Form der Verteilung = ?

\rightarrow Tafel ...

57