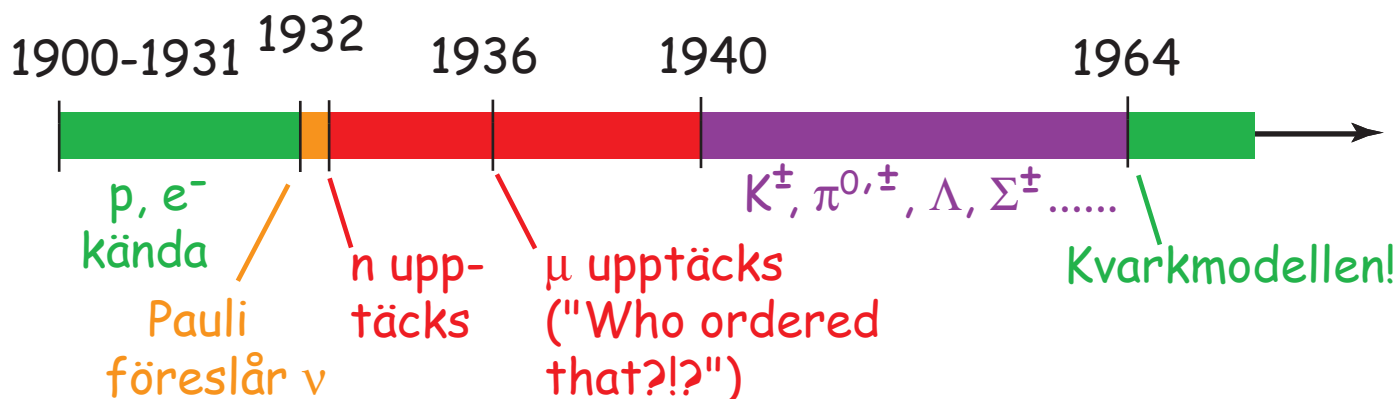
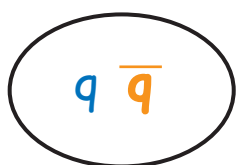


Partikelfysik

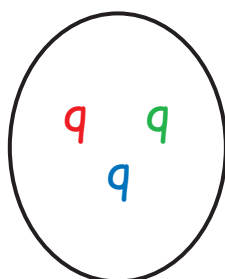
Liten tidslinje: från ordning via kaos till ordning



M. Gell-Mann föreslog 1964 en modell ("the eight-fold way") där hadroner har inre struktur - kvarkar



mesoner (π, K)



baryoner (n, p)

Kvarkarna tilldelas ett kvanttal, **färg**, med de möjliga värdena **rött**, **grönt** och **blått** (**färg** = stark laddning). Anti-kvarkar har anti-färger. Observerade tillstånd (partiklar) är färglösa.

- Kvarkarnas **laddning** är tredjedelar av e ($+2/3, -1/3$)
- Det finns 6 **smaker** i tre familjer: (u, d), (c, s), (t, b)
- De har $spinn = 1/2^-$ och är alltså **fermioner**
- Den starka kraften förmedlas av masslösa **gluoner** (bosoner) som är bärare av **färg** men inte av **smak**

Standardmodellen

	Partikel	Symbol	Laddn.	Massa (Gev/c ²)
1:a generationen				
Kvarkar	upp (up)	u	+2/3	0.03
	ner (down)	d	-1/3	0.06
Leptoner	elektron	e ⁻	-1	0.0005
	elektronneutrino	ν _e	0	0?
2:a generationen				
Kvarkar	charm (charm)	c	+2/3	1.3
	sär (strange)	s	-1/3	0.14
Leptoner	muon	μ ⁻	-1	0.106
	muononneutrino	ν _μ	0	0?
3:e generationen				
Kvarkar	topp (top)	t	+2/3	174
	botten (bottom)	b	-1/3	4.3
Leptoner	tau	τ ⁻	-1	1.7
	tauneutrino	ν _τ	0	0?

Svaga bosoner	Foton	Gluon	Higgs?
W [±] , Z ⁰	γ	g	H

Gravitation
graviton

Review: C. Jarlskog, Physica Scripta T59 (1995) 29-40
 "The Standard Model"

Higgsmekanismen

Ett cocktailparty för tekniska fysiker



En berömd fysiker gör entré



Attraktion -> Det blir trögt för honom att röra sig.



Denna analogi förklarar hur Higgsfältet kan ge partiklar massa.

Ett rykte sprids i salen

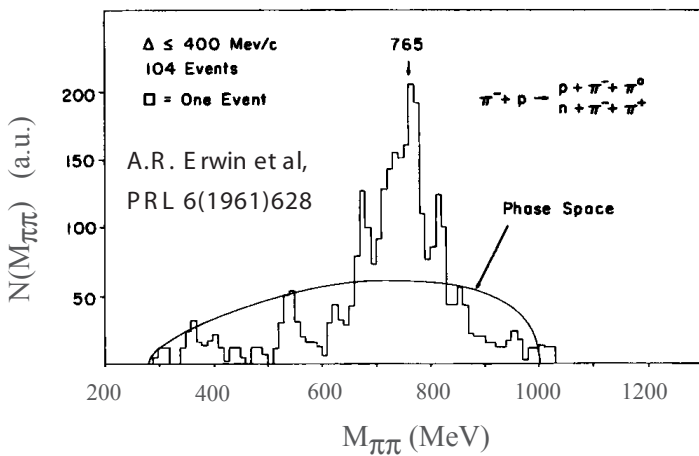
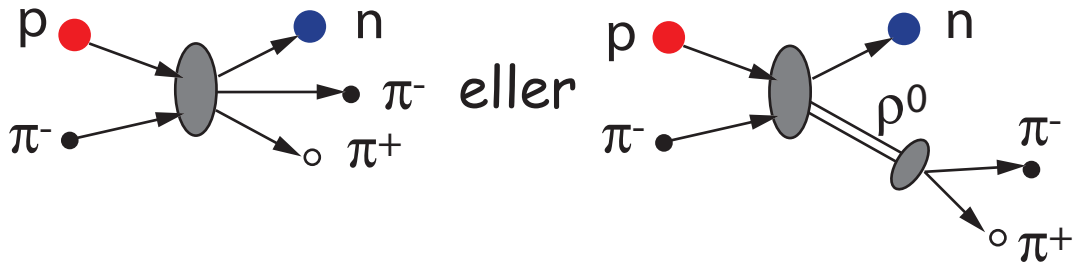


Ryktet sprids mellan festdeltagarna -> klusterbildning



I denna analogi är klustret en Higgsboson.
Idag: $m_H > 114 \text{ GeV}/c^2$

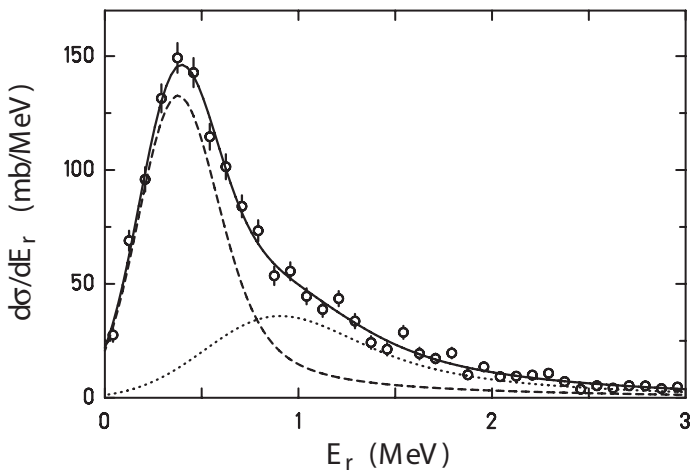
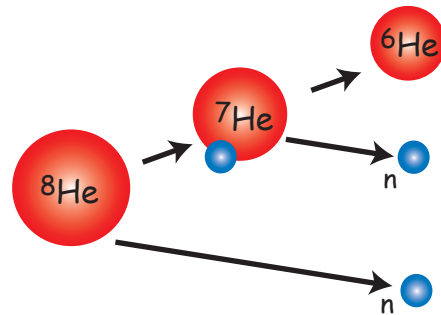
Invariant massa



Det invarianta massspektrat från bildandet av ρ mesonen.

Vi ser att $m_\rho \sim 700 \text{ MeV}/c^2$ och $\Gamma \sim 150 \text{ MeV}$

Invariant mass spektra för ${}^7\text{He}$, bildat från en-neutronstripping av ${}^8\text{He}$



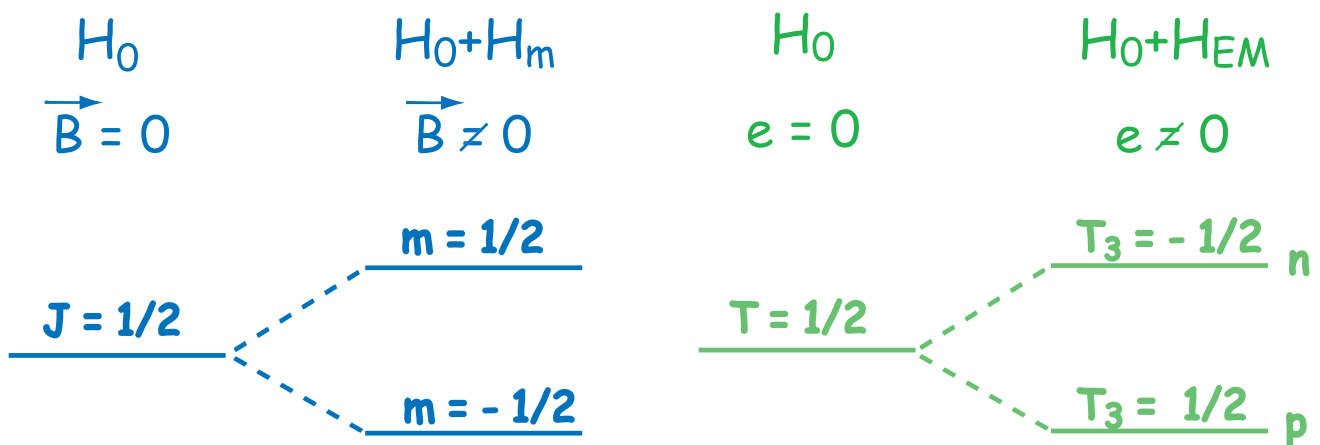
Detta ger $m({}^7\text{He})c^2 \sim 0.43 \text{ MeV}$, med en bredd $\Gamma \sim 0.15 \text{ MeV}$

En noggrannare anpassning ger även ett exciterat tillstånd ($E_r \sim 1.0 \text{ MeV}$ och $\Gamma \sim 0.75 \text{ MeV}$).

Isospinn

- ↪ Den starka kraften är oberoende av laddning
- ↪ Om vi kunde stänga av EM växelverkan skulle neutronen och protonen vara samma partikel - nukleonen
- ↪ Vi har en symmetri som bryts av EM och svag växelverkan
- ↪ Vi kan beskriva denna symmetri med en spinnvektor \vec{T} , kvanttal T och med z-komponent T_3

Vi kan jämföra den atomära Zeemaneffekten med isospinn-uppsplittringen av nukleonen



En liten störning bryter symmetrin \rightarrow
kvanttalet inte längre bevarat

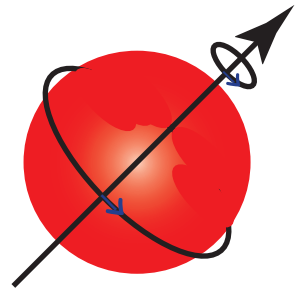
$$T_3 = 0.5(Z-N) \quad \text{för kärnor}$$

$$T_3 = Q/e - \bar{Q}/e \quad \text{för partiklar}$$

Symmetrier

Symmetri om ett objekt inte förändras av en transformation är det symmetriskt map denna transformation

ex. en sfär är symmetrisk map rotation



E. Noether (~ 1930):

Om en naturlag är invariant under en viss symmetri så finns det en motsvarande konserveringslag



ex. rotationssymmetri

$\square \square \leftrightarrow L$ bevaras

En observabel F är konserverad om den kommuterar med H : $[F, H] = 0$

Observabel	\square	\square	\square	Stark	\square	\square	EM	\square	\square	Svag
	\square	\square	\square	kraft	\square	\square	kraft	\square	\square	kraft

Energi E	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	ja
Rörelsemängd p	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	ja
Impulsmoment I	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	ja
Laddning q	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	ja
Leptontal L_e, L_μ, L_ν	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	ja ?
Baryontal B	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	ja ?
Paritet π	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	nej
Särhet S	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	nej
z-proj. av isospinn T_3	\square	\square	\square	ja	\square	\square	ja	\square	nej
Isospinn T	\square	\square	\square	ja	\square	\square	nej	\square	nej