

die fundamentalen Teilchen, aus denen alles besteht:

FERMIONS			matter constituents spin = 1/2, 3/2, 5/2, ...		
Leptons spin = 1/2			Quarks spin = 1/2		
Flavor	Mass GeV/c ²	Electric charge	Flavor	Approx. Mass GeV/c ²	Electric charge
ν_e electron neutrino	$<1 \times 10^{-8}$	0	U up	0.003	2/3
e electron	0.000511	-1	d down	0.006	-1/3
ν_μ muon neutrino	<0.0002	0	C charm	1.3	2/3
μ muon	0.106	-1	S strange	0.1	-1/3
ν_τ tau neutrino	<0.02	0	t top	175	2/3
τ tau	1.7771	-1	b bottom	4.3	-1/3



Quarks kommen in der Natur
nur in gebundenen Zuständen vor:
Hadronen

Fig. 2-1

Entdeckung des Positrons in kosmischer Strahlung durch Anderson
Phys. Rev. 43 (1933) 491 in Nebelkammer

Impuls (aus Krümmung der Spur) 23 MeV/c

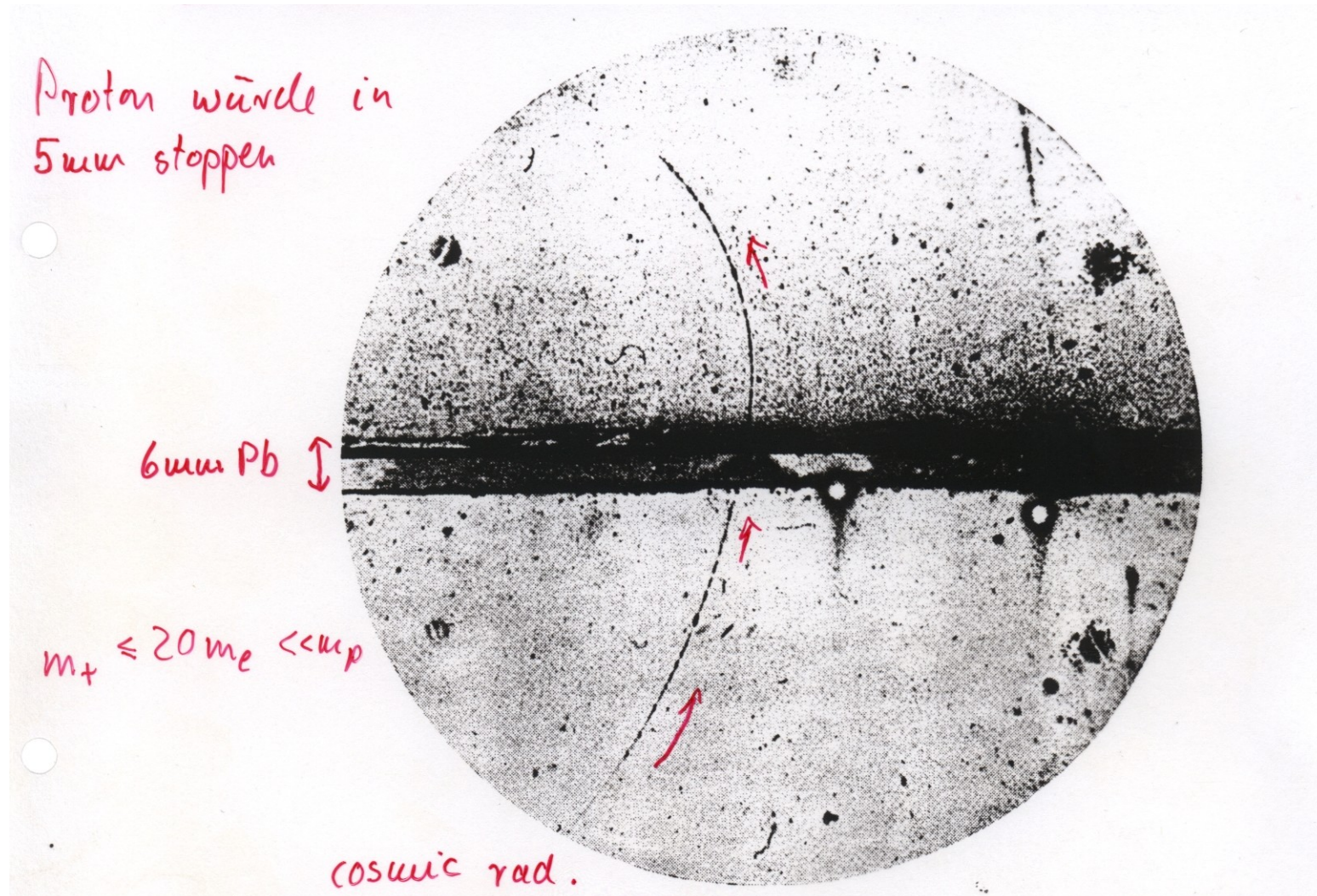


Fig. 2-2

3 Generationen von je 2 Quarks:

alle sind Fermionen mit Spin $\frac{1}{2}$

u und d-Quark haben eine spin-ähnliche Quantenzahl Isospin $I = \frac{1}{2}$

Generation	Flavour	q	m	I_3	S	C	B	T	A
1	d (down)	$-\frac{1}{3}$	$\simeq 3 \text{ MeV}$	$-\frac{1}{2}$	0	0	0	0	$\frac{1}{3}$
	u (up)	$+\frac{2}{3}$	$\simeq 5 \text{ MeV}$	$+\frac{1}{2}$	0	0	0	0	$\frac{1}{3}$
2	s (strange)	$-\frac{1}{3}$	$\simeq 100 \text{ MeV}$	0	-1	0	0	0	$\frac{1}{3}$
	c (charm)	$+\frac{2}{3}$	$\simeq 1.2 \text{ GeV}$	0	0	1	0	0	$\frac{1}{3}$
3	b (bottom)	$-\frac{1}{3}$	$\simeq 4.2 \text{ GeV}$	0	0	0	-1	0	$\frac{1}{3}$
	t (top)	$+\frac{2}{3}$	$\simeq 171 \text{ GeV}$	0	0	0	0	1	$\frac{1}{3}$

die starke und die elektromagnetische WW erhalten die “ladungsartigen” Quantenzahlen I_3 , S, C, B, T, A

und daraus gebildete Teilchen

Baryons qqq and Antibaryons $\bar{q}\bar{q}\bar{q}$

Baryons are fermionic hadrons.
There are about 120 types of baryons.

Symbol	Name	Quark content	Electric charge	Mass GeV/c^2	Spin
p	proton	uud	1	0.938	1/2
$\bar{p}$	anti-proton	$\bar{u}\bar{u}\bar{d}$	-1	0.938	1/2
n	neutron	udd	0	0.940	1/2
Λ	lambda	uds	0	1.116	1/2
Ω^-	omega	sss	-1	1.672	3/2

fr Leptonen, Quarks und aus Quarks gebildete Hadronen siehe
“Review of Particle Physics”

<http://pdg.lbl.gov>

Mesons $q\bar{q}$

Mesons are bosonic hadrons.
There are about 140 types of mesons.

Symbol	Name	Quark content	Electric charge	Mass GeV/c^2	Spin
π^+	pion	$u\bar{d}$	+1	0.140	0
K^-	kaon	$s\bar{u}$	-1	0.494	0
ρ^+	rho	$u\bar{d}$	+1	0.770	1
B^0	B-zero	$d\bar{b}$	0	5.279	0
η_c	eta-c	$c\bar{c}$	0	2.980	0

die fundamentalen Wechselwirkungen

elektromagnetisch

neu



schwache Wechselwirkung

starke Wechselwirkung

Gravitation (in PEP5 nicht wichtig)

und die Vektorbosonen (Eichbosonen), die sie vermitteln:

BOSONS			force carriers spin = 0, 1, 2, ...		
Unified Electroweak spin = 1			Strong (color) spin = 1		
Name	Mass GeV/c ²	Electric charge	Name	Mass GeV/c ²	Electric charge
γ photon	0	0	g gluon	0	0
W^-	80.4	-1			
W^+	80.4	+1			
Z^0	91.187	0			

Fig. 2-4

	stark	elektromagn.	schwach	Gravitation
Kopplungskonst.	$g_s^2/\hbar c \approx 15$ $\alpha_s \approx 1$	$e^2/\hbar c = 1/137$	$g^2/\hbar c = 4 \cdot 10^{-3}$	$\frac{G M^2}{\hbar c} = 6 \cdot 10^{-39}$
Austauschboson	Pion, --- 139 MeV Gluon 0 MeV	Photon 0 MeV	$W^\pm$ 84 GeV Z^0 92 GeV	Graviton ?
Stärke rel. zu stärker WW bei 1 fm	$\equiv 1$	10^{-2}	10^{-13}	10^{-38}
typ. Zeitskala für Zerfälle	10^{-23} s	10^{-20} s	10^{-10} s	?
typ. Reichweite	$1.4 \cdot 10^{-15}$ m	∞	$2 \cdot 10^{-18}$ m	∞

Fig. 2-5

Elektronenstreuung an ^{40}Ca

$q = 2 \text{ fm}^{-1} \hat{=} 400 \text{ MeV/c}$

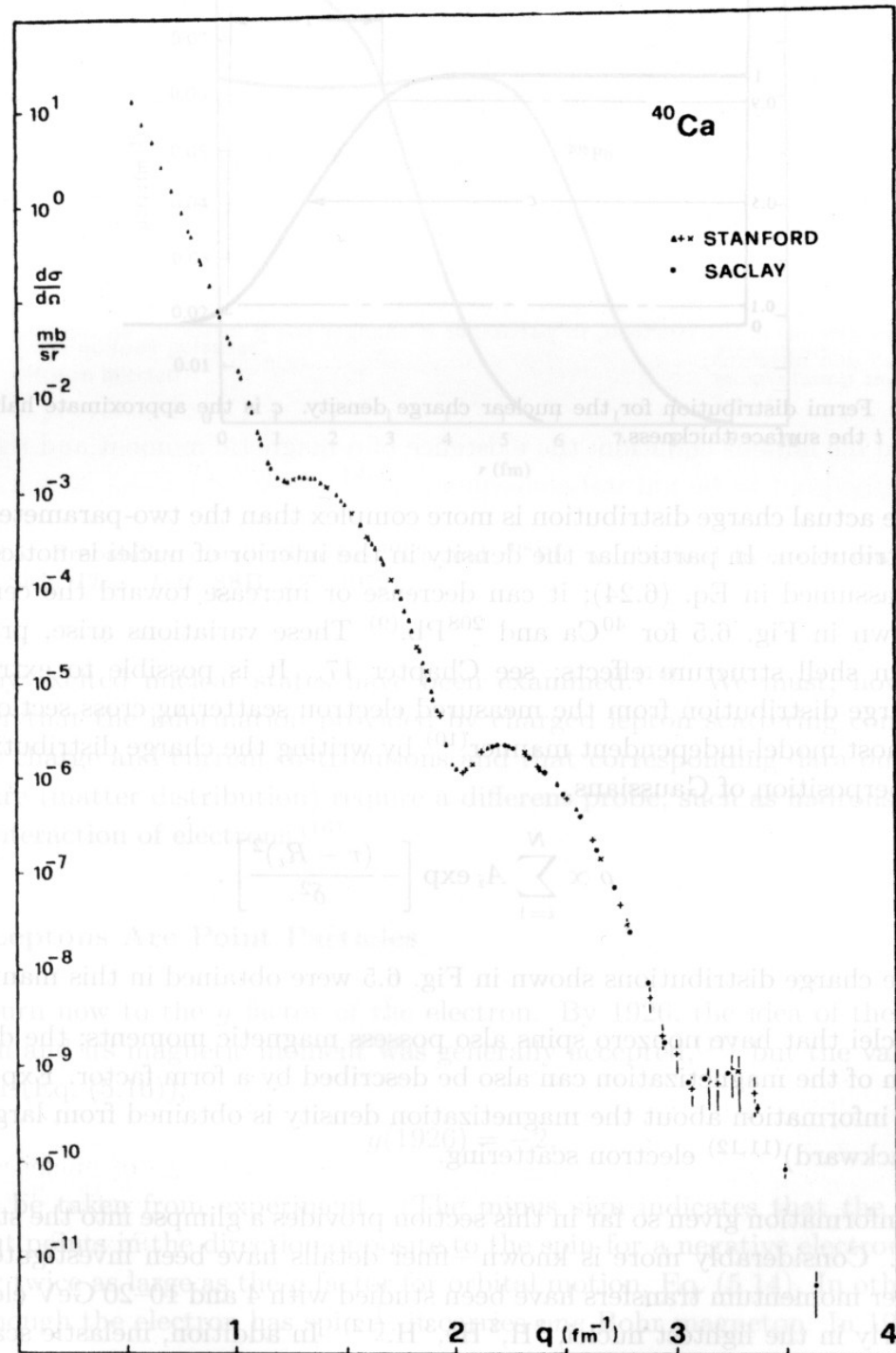


Fig. 2-6

Figure 6.3: Elastic scattering cross section of electrons from ^{40}Ca from experiments performed at Stanford and Saclay, France. [Courtesy I. Sick, *Phys. Lett.* **88B**, 245 (1979).]

Ladungsdichte- verteilungen in Atomkernen aus elastischer Elektronenstreuung

Unsicherheit im
Inneren: ca 10 %

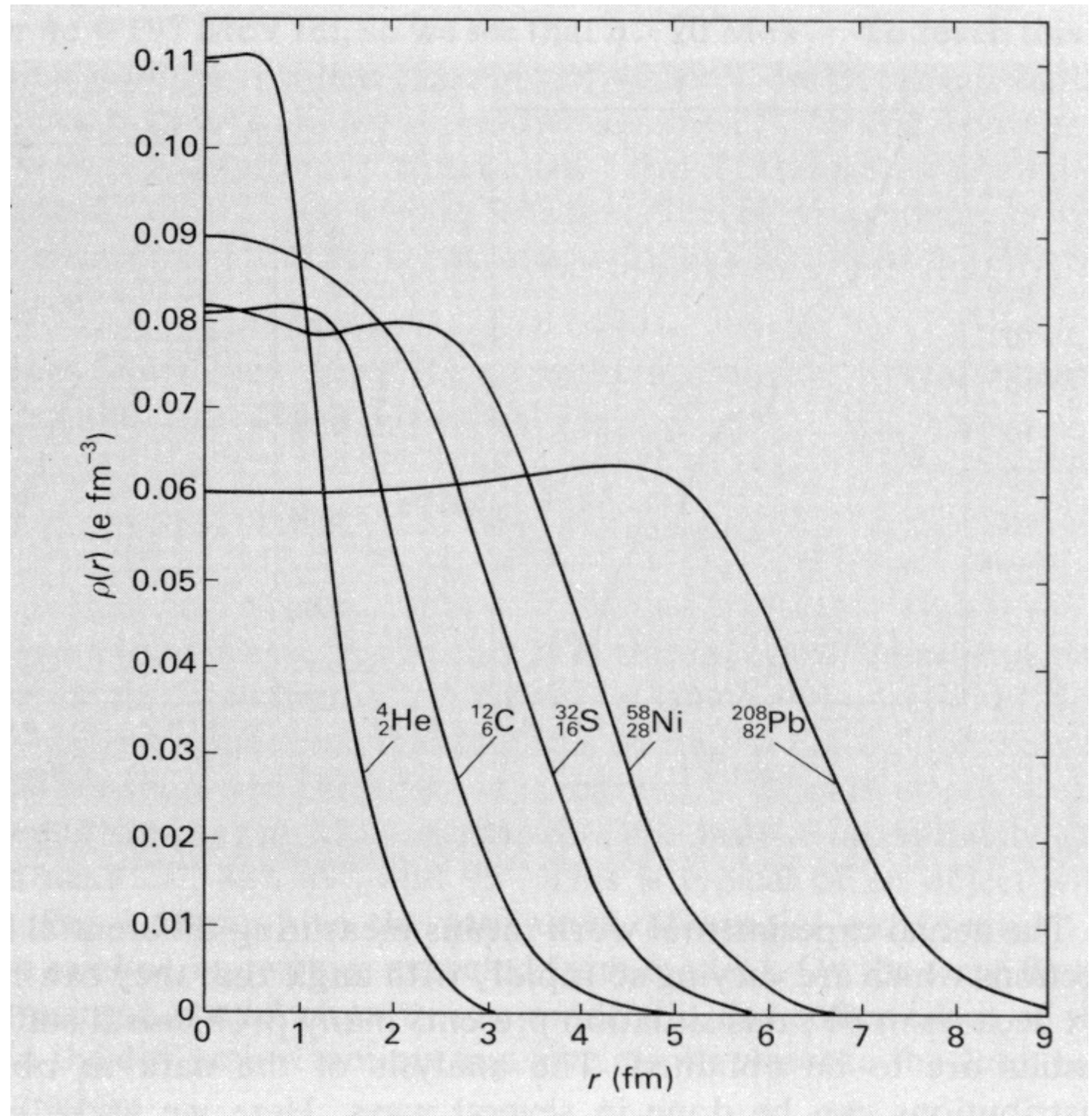


Fig. 2-7