

Kern-Teilchen und Astrophysik 1

①

17.10.2011

Stefan Schöwert (Experiment)

Lehrstuhl E15 - Astrophysik

Wolfgang Hollik (Theorie)

Max-Planck-Institut für Physik

• 10¹⁵ - 11⁴⁵, π_i

• Die Vorlesung zu ca. 50% Experiment u. 50% Theorie

• 3 Übungsgruppen: Leibniz, Josef Janiesko

Tutoren: Michael Frenke

Vincent Zimmer

Tobias Bode

• Erste Übung findet in KW43

②

- Übungsanfänger werden R_i angezeigt
- nicht korrigiert, Übungsgruppe im Detail
diskutiert
- Sprechstunde nach Vereinbarung (Fra. Breher)
- Webseite mit Vorlesungsmaterial
- Linke E15 homepage \rightarrow Vorlesung \rightarrow KITA
- Skripte: - KITA Othmar u. Hollik
- <http://www.e18.physik.tu-muenchen.de/>
Skripte
- Vorlesungsskripte \Rightarrow E15-Grü
- HiWi gesucht der unter Anleitung
das Skript auswertet (Latex)
 \rightarrow Michael Franke (Tutor)

Prüfung : Stoff des WS zu kurzfristigen Prüfungen

abgefragt wird. Termin voraussichtlich im Februar sein.

Stoff des SS werden in mündlichen Prüfungen

Literatur : Pohl, P. M. Schul Zeitsche : Teilchen u. Kerne

F. Halzen + Raitin : Quarks u. Leptonen (engl.)

- Perkins : Introduction to high energy physics

• P. Perrine : Kernphysik

• G. Knoll : Radiation detection and measurements

• E. Segre : Kern u. Teilchen

• H. Frauenfelder, Henley : Teilchen u. Kerne

• T. Rayer Leuchter, Kernphysik

Gliederung des Vorlesung (KTA 1)

- Einführung
- Relativistische QM und Grundzüge der QFT
- Bausteine des Atoms und des Kerns
- Elektromagn. Streuprozesse
- Kernmodelle
- Wechselwirkung von Strahlen mit Materie + Detektoren
- Teilchenbeschleuniger ("Kreishochenergie" und natürlich)
- EM Strahlungsführung
- Kernkraft, Nukleon-Nukleon WW
- Nukleosynthese
- QED u. Präzisionsexperimente

1. Einführung

5

Ende 19. Jahr! ~ 100 verschiedene chemische Elemente
periodische wiederholende Eigenschaften besitzen.
 \Rightarrow Atome ^{haben} nur eine Struktur, sonst sind
nicht erklärbar

Begren 20. Jahrh. (Rutherford): modernes Bild des Atoms:
Dichter Kern im Inneren von Elektronenwolke

1932: Entdeckung des Neutrons Chadwick war klar
das Kern aus Protonen und Neutronen besteht
(zusammenfassend Nucleonen)

1930: e^- , p , n Nietzs Testen: das Neutrino
von Pauli postuliert in Erhaltungssätze
für Energie, Impuls u. Drehimpuls zu
erklären.

6

1956 : Rene & Cowan Nachweis von Neutrinos an dem Kernreaktor

1936 : Anderson Neutronen Entdeckung der kosmische Strahlung : "schweres Elektron" negative Ladung, Kollision im Magnetfeld stark als Proton, schwächer als Elektron

\Rightarrow meson $\Rightarrow \mu$ -Meson \Rightarrow Myon (Lepton)

1935 : H. Yukawa schlägt Existenz eines Mesons ≈ 100 MeV als Träger d. Kernkraft

1947 : Powell entdeckt Occhialini : konkrete Pionen
In der kosmischen Strahlung nachweise
Pic du Midi (Pyrenen)

1948: Berkeley Cyclotron

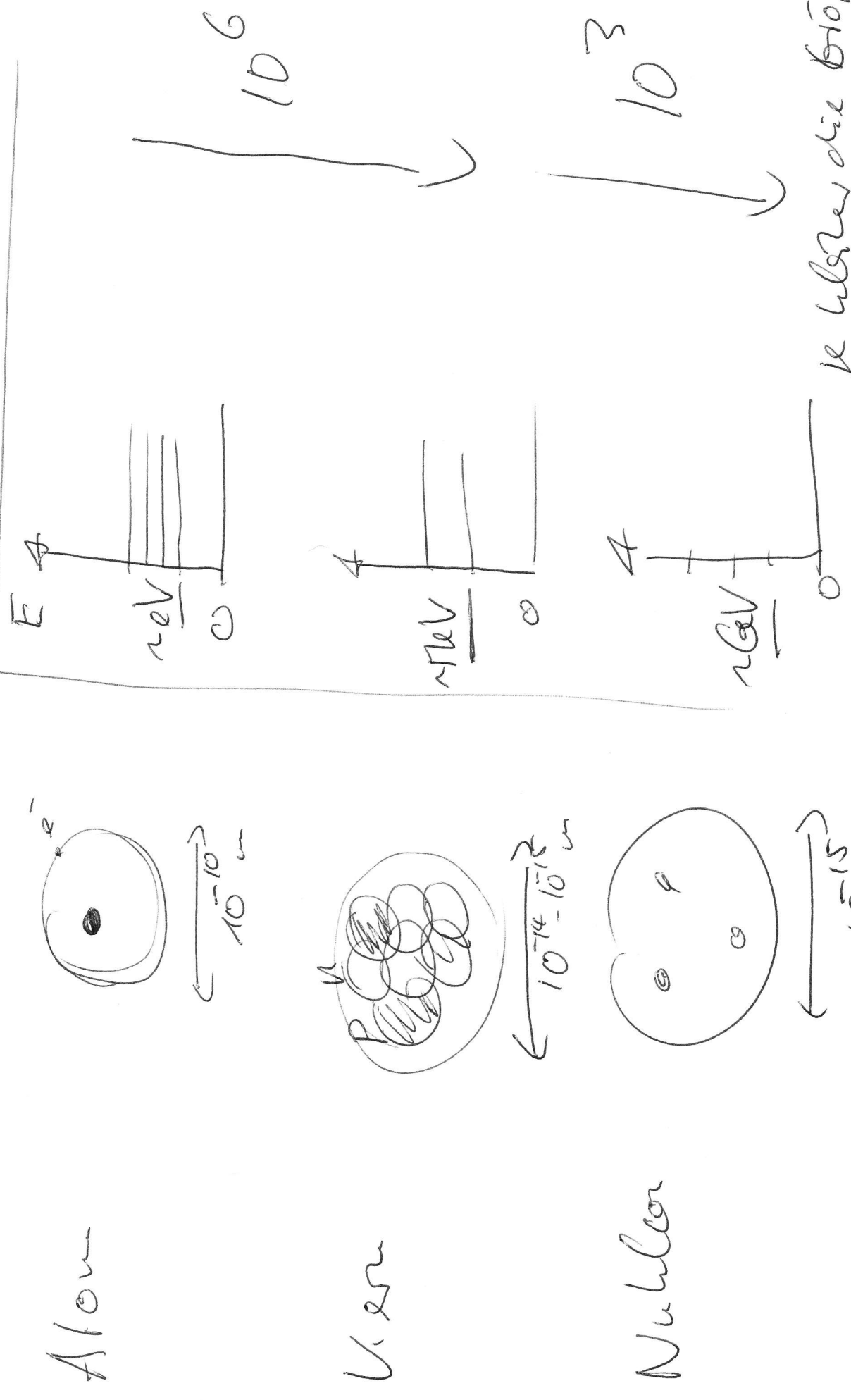
50/60 Jahre! Neutronen, Proton sind nur Vertreter einer großen Teilchenfamilie.
Da Hadronen ähnlich wie Atome in Gruppe mit ähnlichen Eigenschaften auftreten
=> lassen fundamentale Bausteine Ratieren !!

'60 M. Gell-Mann: Quark-Modell -> Ordnung!
In der "Hadronen-Zoo" geordnet
Alle Hadronen lassen sich als Kombinationen von zwei Quarks (= Mesonen) oder von drei (= Baryonen) beschreiben werden!

8

Auflösungsvermögen

Größe



je kleiner die Größe desto größer d. Auflösungsvermögen

Leptonen u. Quarks

9

Zwei Anteile von Fundamentellen Bausteinen: Leptonen u. Quarks
Streuexperimente: kleiner 10^{-18} m

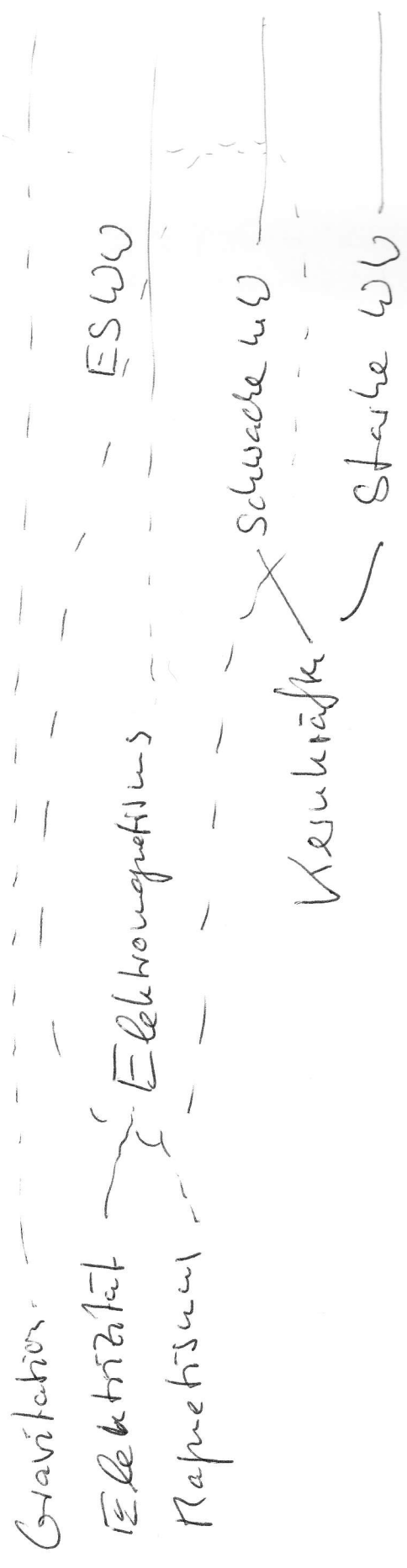
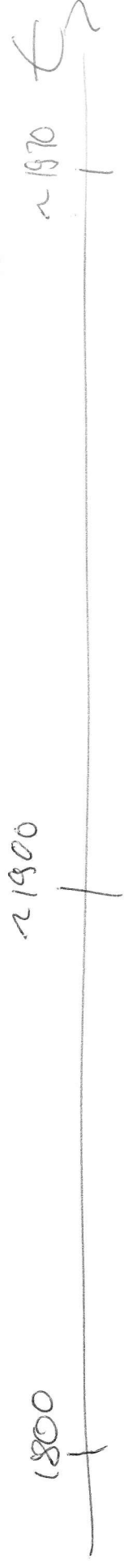
Leptonen u. Quarks: Spin $1/2$ h \Rightarrow Fermionen
werden angelegte Zustände von Leptonen oder Quarks gebildet
 \Rightarrow (sicherer also) Elementar zu sein

$\begin{pmatrix} u(p) \\ d(down) \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} c(charm) \\ s(strange) \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} + (op) \\ b(bottom) \end{pmatrix}$	Q/e	$Spin/h$
			$+ 2/3$	$1/2$
			$- 1/3$	$1/2$

$\begin{pmatrix} e \\ \nu_e \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \nu_\mu \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \tau \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$	$- 1$	$1/2$
			0	$1/2$

- 1.
- 2.
3. Generation (+ Neutrino Antiteilchen)

Fundamentale WW



"Träger" der WW : Photonen, Vektorbosonen, Gluonen
 (Spin 1h) γ W^+, Z^0 g

ER Schw. WW 87. WW

Theorie des Elektromagnetismus : QED : Quanten-
 elektrodynamik
 " der 87. WW : QCD : Quanten-
 Chromodynamik

Zu jeder WW gehört eine Ladung

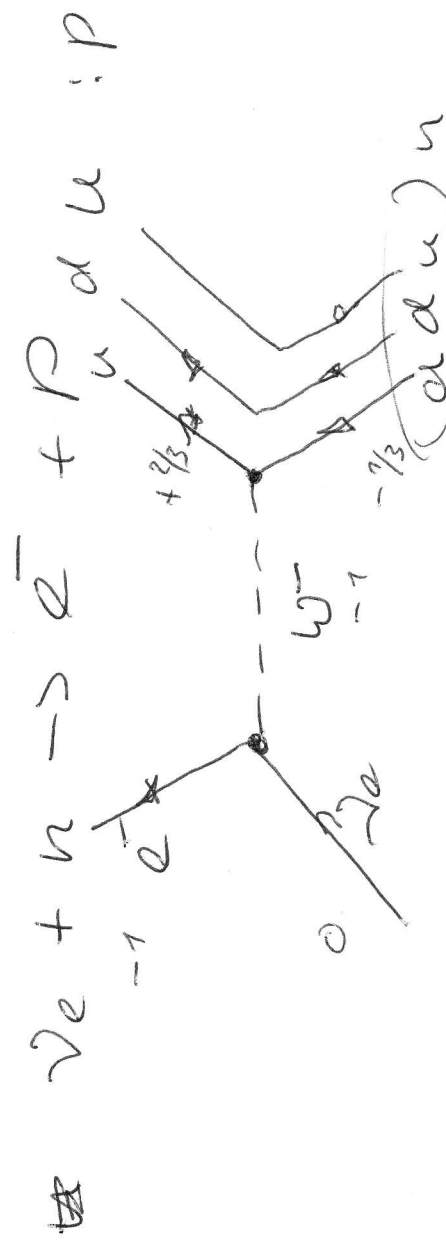
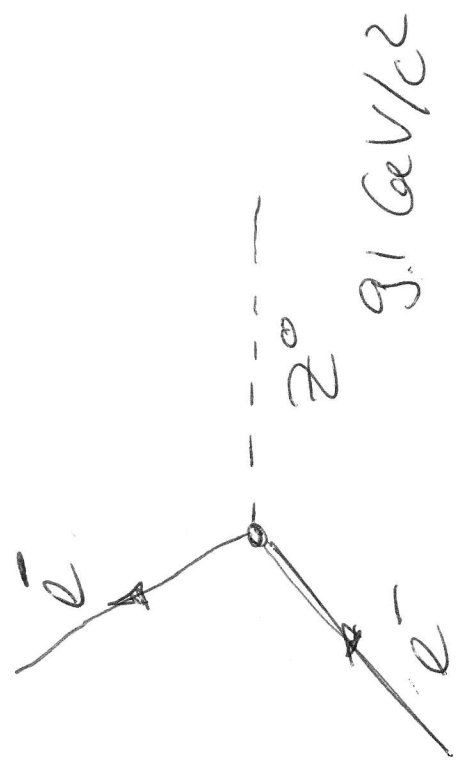
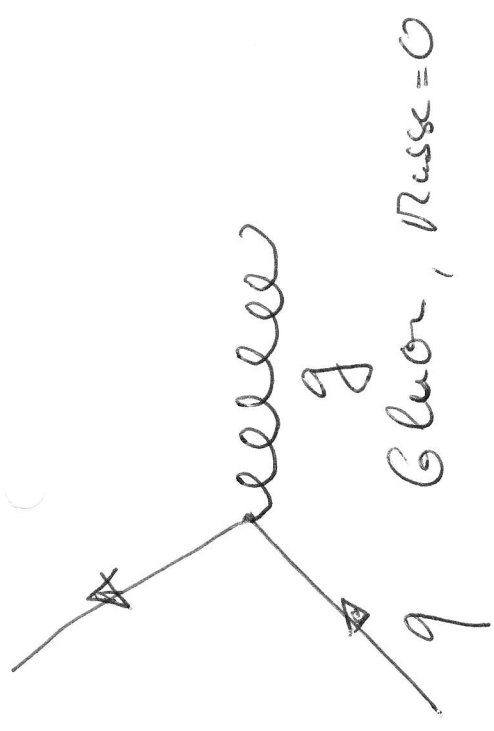
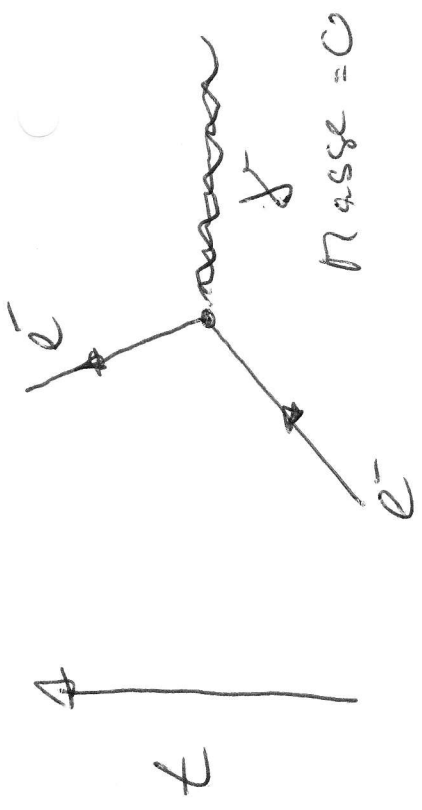
(= Conservation)

- Elektrowagen: alle geladene Teilchen - elektr. Ladung
- Schwache WW: Leptonen u. Quarks - Schwache Ladung
- Starke WW: Hadronen - starke od. Farbladung (nicht an Leptonen)

EM-WW: Photonen ($m_\gamma = 0$)

Schw. WW: W^\pm, Z^0 ($m \approx 90 \text{ GeV}$)

Starke WW: Gluonen ($m = 0$)



Übergangsbreite

Bechwite

(13)

$$\Gamma \approx c \Delta t$$

$$\Gamma \approx c \frac{t}{Mc^2}$$

$$t \approx 200 \text{ rev} \frac{f_m}{4} \approx 10^{-15} \text{ s}$$

$$\Gamma \approx \frac{200 \text{ rev} f_m}{Mc^2}$$

$$f_m \text{ Photon (E} \approx 40) \quad \Gamma \rightarrow \infty$$

$$f_m \text{ W}^+, Z \text{ (Schw} \approx 10) \quad \Gamma \rightarrow 10^{-3} f_m \approx 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

QED Schw WW QCD Gravit (14)

Austausch Teilchen	γ	W^{\pm}, Z^0	g	(Graviton?)
Massen	0	80/90 GeV	0	0
Reichweite	∞	10^{-18} m	$\leq 10^{-15}$ m	∞
rel. Stärken (rel. zu St. WW)	$\frac{1}{137}$	$\approx 10^{-5}$	1	$5 \cdot 10^{-39}$
			$(\Gamma \approx 10^{-15} \text{ s})$	

Energie: Läufe (für auch Fermi) : 10^{-15} m

Energie: eV (Elektronvolt), 1 eV = $1.602 \cdot 10^{-19}$ J

keV, MeV, GeV, TeV, PeV, ...