

Experimentelle Elementarteilchenphysik

Ulrich Husemann
Humboldt-Universität zu Berlin
Sommersemester 2009

Vorstellung

- Vorlesung: Dr. Ulrich Husemann
 - Seit April 2008 „Nachwuchsgruppenleiter“ (DESY, Zeuthen)
 - Forschungsgebiet: exp. Teilchenphysik am LHC (ATLAS)
 - E-Mail: ulrich.husemann@desy.de
 - Zeuthen: Raum 3L/27, Tel.: 033762-7-7392
 - Büro Berlin: 2'412
- Übung: Dipl.-Phys. Clemens Lange
 - E-Mail: clemens.lange@desy.de
 - Zeuthen: Raum 3P/10, Tel.: 033762-7-7194

Inhalte und Ziele der VL

- Grundlagen der experimentellen Elementarteilchenphysik (EEP): Tests des Standardmodells (SM) und Suche nach Neuer Physik
- Grobe Inhaltsangabe:
 - Theoretische Grundlagen des SM
 - Elektroschwacher Sektor: Kopplungen der W-/Z-Bosonen, Quarks und Quarkmischung, Neutrinos
 - QCD: Gluonen, Struktur des Protons
 - Higgs-Physik
 - Suche nach neuer Physik: Supersymmetrie?

Nicht in dieser Vorlesung

- Diese VL: allgemeine experimentelle Grundlagen der Elementarteilchenphysik
- Weitere experimentelle Spezialisierung (P23.1.2b):
 - Teilchendetektoren oder Beschleunigerphysik
 - Spezialvorlesungen, z. B.
 - Flavorphysik
 - Physik am Large Hadron Collider
 - Statistische Methoden der Datenauswertung

Vorwissen

- Keine formalen Voraussetzungen
- VL greift auf Wissen aus folgenden Vorlesungen zurück:
 - Einführung in die Kern- und Elementarteilchenphysik (Bachelorstudium, Modul P10c)
 - Theoretische Einführung in das Standardmodell (Masterstudium, weiterer Teil des Moduls P23.1.1)
- VL ergänzt sich mit VL Kern- und Elementarteilchenphysik (Teil des Moduls P20)

Einordnung der Vorlesung

- Teil des Moduls P23.1.1. „Grundlagen der Elementarteilchen- und Astroteilchenphysik“ im Spezialisierungsfach „Elementarteilchenphysik“
- Zielgruppe:
 - Studierende im Masterstudiengang Physik (2. Semester)
 - Obligatorisch für alle Studierenden, die Masterarbeit in Elementarteilchenphysik anfertigen wollen

Termine und Arbeitsleistungen

- Termine: 2 VL + 1 Ü
 - Vorlesung: Montags, 9:00–11:00 Uhr, NEW 14 1'11
 - Übung: Mittwochs, 9:00–11:00 Uhr, NEW 14 1'12 (jede zweite Woche)
- 5 Studienpunkte durch „regelmäßige aktive Teilnahme an den Übungen“:
 - Präsenz in Übungen: mindestens 4 der 7 Veranstaltungen
 - Bearbeitung von Übungsaufgaben: mindestens 50% der erreichbaren Punkte
 - Vorrechnen an Tafel: mindestens einmal

Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung 7

Übungen: Termine und Ablauf

- Übungsgruppenleiter: Clemens Lange
- Übungstermine:
 - 14-tägliche: 7 Termine
 - Erster Termin: Mittwoch, 22.04.09, 9:00–11:00 Uhr, NEW 14 1'12
- Ablauf:
 - Eigenes Vorrechnen der Übungsaufgaben
 - Fragen zur Vorlesung
- Ausgabe und Abgabe der Übungszettel: Montags in/nach der Vorlesung

Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung 8

Literatur

- Webseite zur Vorlesung: http://www-zeuthen.desy.de/~husemann/teaching/2009_ss/exp_teilchenphysik/
- Nachschlagewerk: „The Review of Particle Physics“
 - Particle Physics Booklet
 - Langversion: C. Amsler et al., Physics Letters B667 (2008),
 - Webversion: <http://pdg.lbl.gov>
- Allgemeine Elementarteilchenphysik
 - D. H. Perkins: Introduction to High Energy Physics (Cambridge University Press, 2000)
 - C. Berger: Elementarteilchenphysik (Springer, 2006)

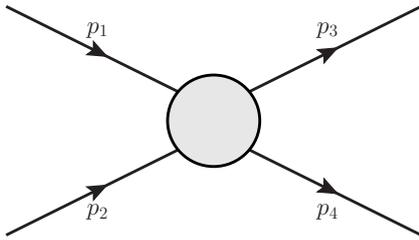
Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung 9

Literatur

- Theoretische Grundlagen:
 - F. Halzen, A. D. Martin: Quarks & Leptons (Wiley, 1984)
 - O. Nachtmann: Phänomene und Konzepte der Elementarteilchenphysik (Vieweg, 1986)
 - W. N. Cottingham, D. A. Greenwood: An Introduction to the Standard Model of Particle Physics (Cambridge UP, 2007)
 - M. E. Peskin, D. V. Schroeder: An Introduction to Quantum Field Theory (Westview, 1995)
- Weitere Literaturhinweise später...

Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung 10

Mandelstam-Variablen

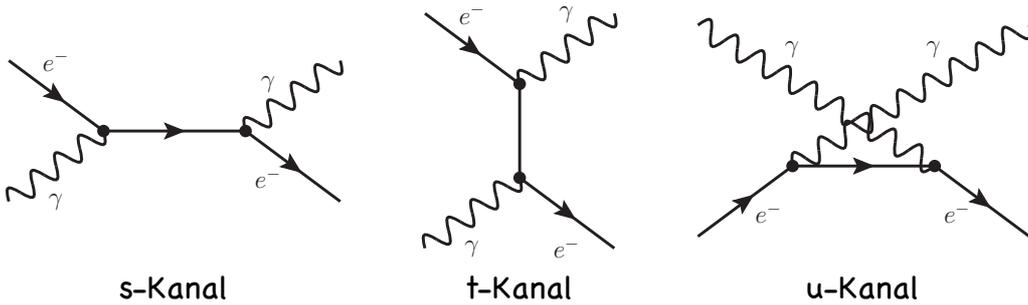


$$s = (p_1 + p_2)^2 = (p_3 + p_4)^2$$

$$t = (p_1 - p_3)^2 = (p_2 - p_4)^2$$

$$u = (p_1 - p_4)^2 = (p_3 - p_2)^2$$

Beispiel: Compton-Streuung



Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung

11

V^0 s und Strangeness

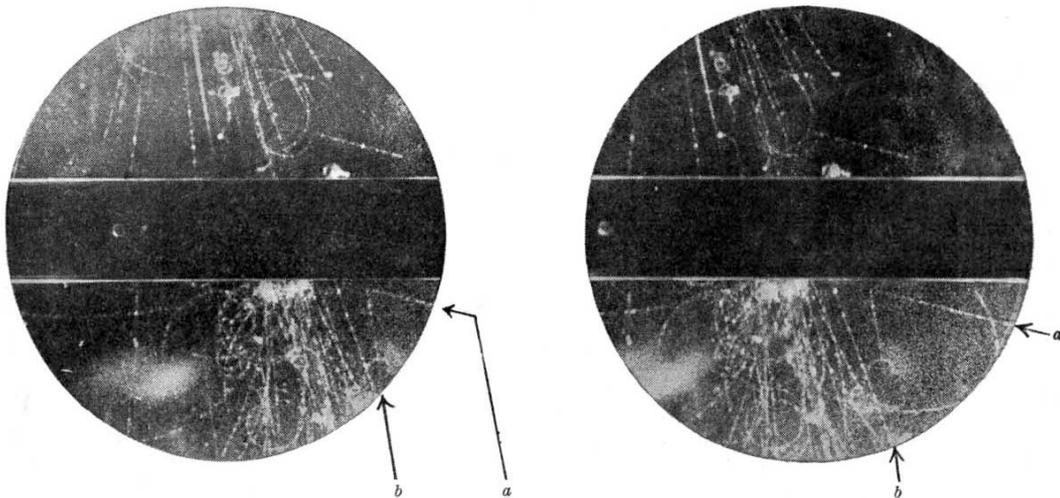


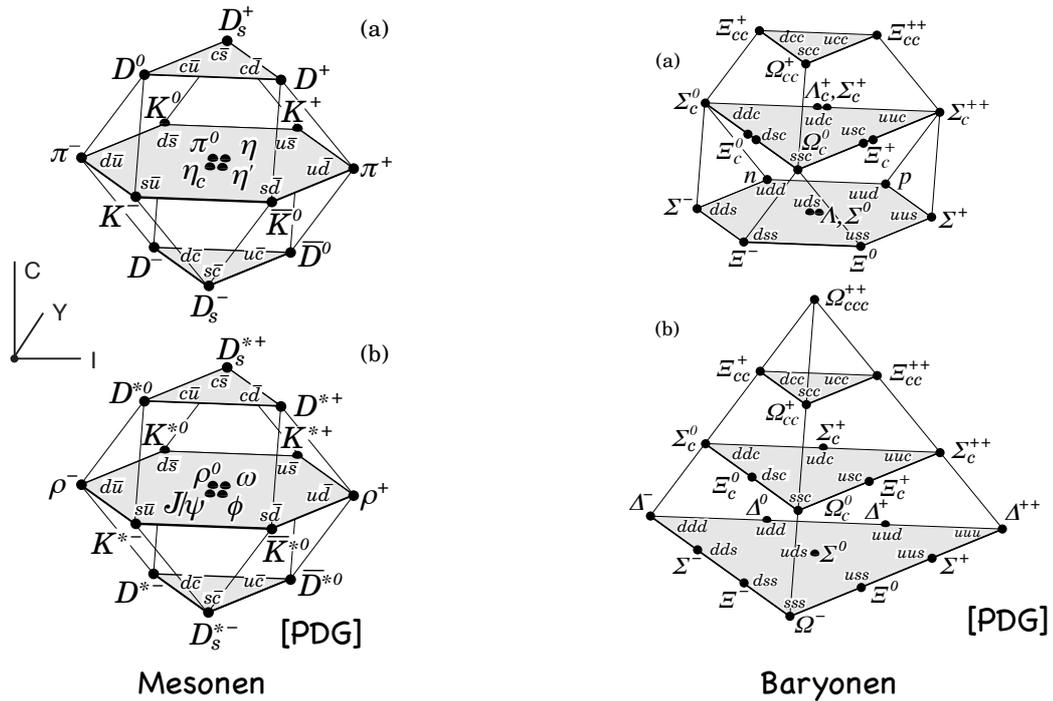
Fig. 1. STEREOSCOPIC PHOTOGRAPHS SHOWING AN UNUSUAL FORK (a b) IN THE GAS. THE DIRECTION OF THE MAGNETIC FIELD IS SUCH THAT A POSITIVE PARTICLE COMING DOWNWARDS IS DEVIATED IN AN ANTICLOCKWISE DIRECTION

[G.D. Rochester, C.C. Butler, Nature 160 (1947), 855]

Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung

12

Flavor-SU(4)-Multipletts



Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung 13

Tiefinelastische Streuung

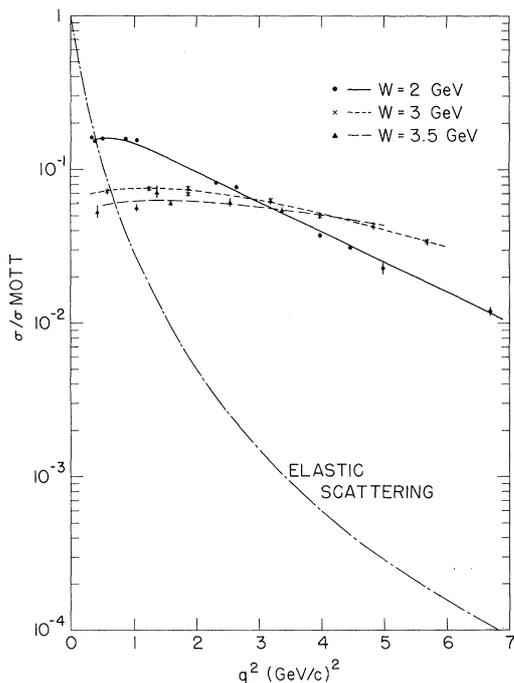


FIG. 1. $(d^2\sigma/d\Omega dE')/\sigma_{\text{Mott}}$, in GeV^{-1} , vs q^2 for $W = 2, 3,$ and 3.5 GeV. The lines drawn through the data are meant to guide the eye. Also shown is the cross section for elastic $e-p$ scattering divided by σ_{Mott} , $(d\sigma/d\Omega)/\sigma_{\text{Mott}}$, calculated for $\theta = 10^\circ$, using the dipole form factor. The relatively slow variation with q^2 of the inelastic cross section compared with the elastic cross section is clearly shown.

[M. Breidenbach et al.,
Phys. Rev. Lett **23** (1969) 935]

Exp. Elementarteilchenphysik (P23.1.1), HU Berlin, Sommersemester 2009, Einführung 14