

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	7
I	Elektronpropagation	11
2	COULOMB-Streuung im ultrarelativistischen Grenzfall	13
2.1	Die Bewegung von DIRAC-Teilchen in einem COULOMB-Feld	13
2.1.1	DIRAC-Gleichung in temporaler Eichung	13
2.1.2	Das COULOMB-Potential im Grenzfall unendlicher Streuenergie . .	16
2.2	Nichtstörungstheoretische Ansätze	17
2.2.1	Lösung über die Stetigkeitsbedingung der Wellenfunktion am Licht- kegel	17
2.2.2	FURRY-SOMMERFELD-MAUE Wellenfunktionen	21
2.2.3	MAGNUS-Entwicklung	24
2.3	Störungstheoretischer Ansatz – Streuung an einem externen Feld	26
2.3.1	Die Rolle der Potential-Pole	27
2.3.2	Die Streuamplitude in allen Ordnungen $Z\alpha$	30
2.3.3	Positronstreuung	34
2.4	Störungstheoretischer Ansatz – Beschreibung der Hochenergie-Zweiteilchen- streuung durch SUDAKOV-Variablen	35
2.5	LORENTZ-Invarianz und Unitarität	37
2.6	Impulsraumdarstellung der Hochenergie-Streumatrix	39
2.6.1	Streuung an einer Punktladung	39
2.6.2	Streuung an einer ausgedehnten Ladungsverteilung – der Eikonalfaktor	41
2.7	Die WEIZSÄCKER-WILLIAMS-Methode der äquivalenten Photonen	52
2.7.1	Ein-Photon-Austausch	53
2.7.2	Eikonalfaktor-Austausch	56
3	Elektronpropagation im Feld zweier ultrarelativistischer Ionen	59
3.1	Streuung an zwei Ionen mit gleicher Bewegungsrichtung	60
3.1.1	Nichtstörungstheoretischer Ansatz	60
3.1.2	Störungstheoretischer Ansatz	61
3.2	Streuung an kollidierenden Ionen	62

3.2.1	Nichtstörungstheoretischer Ansatz	63
3.2.2	Störungstheoretischer Ansatz	66
II	Elektron – Positron Paarproduktion	69
4	Einführung	71
4.1	Diagrammatische Darstellung der Paarproduktion	71
4.2	Methoden zur Berechnung der Paarproduktionsamplitude	74
4.2.1	Berechnung über die Streuamplitude mittels Crossing-Symmetrie	74
4.2.2	Auswahl der führenden Diagramme	74
5	Crossing-Symmetrie	77
5.1	Anwendung der Crossing-Symmetrie auf die Streuamplitude	77
5.2	Analytische Eigenschaften der Streuamplitude im Hochenergielimes	78
6	Paarproduktion durch ein reelles Photon im Feld eines Kerns	83
6.1	Die Photoproduktionsamplitude in allen Ordnungen $Z\alpha$	83
6.2	Paarproduktions-Querschnitt	87
6.3	Photoproduktion im Feld einer Punktladung	89
6.3.1	Auswertung der Amplitude	89
6.3.2	Paarproduktions-Querschnitt	90
6.4	Photoproduktion im Feld eines ausgedehnten Kerns	91
6.4.1	Auswirkungen der Ladungsverteilung des Kerns auf den Paarproduktionsquerschnitt	91
6.4.2	Die Effekte endlicher Kernaushdehnung bei kleinen Leptonmassen m	97
7	Paarproduktion in ultrarelativistischen Schwerionenkollisionen	99
7.1	Führende Korrekturen höherer Ordnung in semiklassischer Näherung	99
7.2	Berechnung des totalen Paarproduktionsquerschnitts aus der Streuamplitude	105
8	Zusammenfassung	109
A	Elektronpropagation	115
A.1	Spinor-Identitäten und DIRAC-Matrixprodukte	115
A.2	Die Projektionsoperatoren $(1 \pm \alpha_3)$	117
A.3	FEYNMAN-Parameter	117
A.4	Die FOURIER-Darstellungen der MACDONALD-Funktionen $K_0(x)$ und $K_1(x)$	119
A.5	Transformation der kovarianten Ableitung	119
A.6	Der ultrarelativistische Grenzwert des COULOMB-Potentials	120
A.7	Konstruktion der Streulösung über die AICHELBURG-SEXL Metrik	122
A.8	Die Rolle der Potential-Pole	123
A.9	Die Streuung in höherer Ordnung	126
A.9.1	Elektronstreuung in zweiter Ordnung	126
A.9.2	Die Identität (2.96)	127

A.10	Elektron-Elektron Streuung	128
A.11	Die Eikonal-Streumatrix in Impulsraumdarstellung	130
A.11.1	Streuung an einer Punktladung	130
A.11.2	Die FOURIER-Transformierte des logarithmischen Potentials	133
A.11.3	Der Eikonal-Formfaktor	134
A.11.4	Das Verhalten des Eikonal-Formfaktors bei kleinen Impulsüberträgen	135
A.12	Die Beziehung der Eikonal-Näherung zur Partialwellenentwicklung der Streuamplitude	136
A.13	Die FOURIER-Transformierte der konfluenten hypergeometrischen Funktion	137
B	Elektronstreuung an kollidierenden Ionen – Reflexionsdiagramme	141
C	Crossing-Symmetrie der Streuamplitude für endliche Ionenenergien	145
D	Photoproduktion von Leptonpaaren	149
D.1	Die Photoproduktionsamplitude	149
D.1.1	Die Berechnung des Impulsintegrals (6.29)	151
D.1.2	Asymptotisches Verhalten der Paarproduktionsamplitude für kleine Impulsüberträge	155
D.2	Der Photoproduktionsquerschnitt in logarithmischer Genauigkeit	157
D.2.1	Ortsrauminterpretation der WEIZSÄCKER-WILLIAMS Näherung	157
D.2.2	Anwendung auf den Photoproduktionsquerschnitt	158
D.3	Berechnung der COULOMB-Korrektur	159
D.4	Berechnung des Impact-Faktors der Vorwärts-DELBRÜCK Streuung	162
E	Paarproduktion in ultrarelativistischen Schwerionenkollisionen	165
E.1	Die exakte Paarproduktionsamplitude in niedrigster Ordnung $Z_1\alpha$	165
E.2	Reformulierung der Streuamplitude	168
E.3	Totaler Wirkungsquerschnitt für Bremsstrahlung und Photoproduktion	169
	Literaturverzeichnis	173