

# Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2017/2018,  
Prof. Dr. H. Lacker, Dr. J. Dietrich, Dr. S. Mergelmeyer

## Präsenzübung 3

### Aufgabe 1: Phasenraumfaktor

Jedes Teilchen besetzt im Phasenraum aufgrund der Unschärferelation das Volumen  $h^3 = (2\pi\hbar)^3$ . Für ein Teilchen, das in das Volumen  $V$  und in das Impulsintervall  $[|\vec{p}'|, |\vec{p}'| + d|\vec{p}'|]$  und das Winkelelement  $d\Omega$  gestreut wird, ist die Zahl der möglichen Endzustände:  $dn(|\vec{p}'|) = \frac{V \cdot p'^2 d|\vec{p}'| d\Omega}{(2\pi\hbar)^3}$ . (Dabei nehmen wir an, dass sich aufgrund der Streuung der Spin nicht ändert.) Wir betrachten nun die Rutherford-Streuung für relativistische Strahlteilchen für den Fall, dass der Rückstoß auf den Kern vernachlässigt werden kann. Dann müssen wir bei der Berechnung des Wirkungsquerschnitts im Phasenraumfaktor nur das gestreute Strahlteilchen betrachten und dafür als Phasenraumfaktor  $\rho(E') = \frac{dn}{dE'}$  berechnen.

1. Zeigen Sie, dass  $\rho(E') = \frac{V \cdot p'^2 d\Omega}{(2\pi\hbar)^3 c}$  ist.
2. Zeigen Sie damit, dass  $d\sigma/d\Omega$  dann gegeben wird durch  $\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{Z_X^2 \alpha^2 (\hbar \cdot c)^2}{4E^2 \sin^4(\theta/2)}$ , wobei  $E$  die Energie des einlaufenden Strahlteilchens ist.

### Aufgabe 2: Dreier- und Viererimpulsübertrag in elastischer Streuung

Berechnen Sie den Dreier- und Viererimpulsübertrag für die elastische Elektron-Kernstreuung für eine Elektronenergie von 500 MeV und einem Streuwinkel von  $30^\circ$ , wenn der Targetkern ein ruhendes Proton bzw. ein ruhender Goldkern ist.

In welchem Fall können Sie also den Rückstoß auf den Kern in guter Näherung (nicht) vernachlässigen?

Welche reduzierte De Broglie-Wellenlänge hat das ausgetauschte (virtuelle) Photon?

### Aufgabe 3: Formfaktor als Fouriertransformierte der Ladungsverteilung

Welche Bedingungen müssen bei einer elastischen Elektron-Kern-Streuung vorliegen, damit man den gemessenen Formfaktor (in guter Näherung) als Fouriertransformierte interpretieren kann? Betrachten Sie dazu insbesondere den Kernrückstoß und den maximal möglichen Impulsübertrag.