

# Kern- und Teilchenphysik, Monobachelor Physik

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

## Hausaufgabenblatt 3

Abgabe: 06.11.2017 bis 13:00 vor Raum NEW 15 1'413/414

### Aufgabe 1: Phasenraumfaktor (siehe Präsenzblatt 3)

Berechnen Sie analog zum Präsenzübungsblatt 3, Aufgabe 1, die Formel für den differentiellen Wirkungsquerschnitt für die Rutherfordstreuung nichtrelativistischer Strahlteilchen für den Fall, dass man den Kernrückstoß vernachlässigen kann. (2 Punkte)

### Aufgabe 2: Rutherfordstreuung

1. Berechnen Sie damit den differentiellen Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/d\Omega$  in  $\text{fm}^2/\text{sr}$  für die Streuung von  $\alpha$ -Teilchen ( $Z=2$ , Massenzahl  $A=4$ ) an Gold-Kernen ( $Z=79$ ,  $A=197$ ) für einen Streuwinkel von  $10^\circ$ , wenn die kinetische Energie des  $\alpha$ -Teilchens 5 MeV beträgt. (1 Punkt)  
Vernachlässigen Sie dabei den Rückstoß des Kerns.
2. Wie nahe kommt das  $\alpha$ -Teilchen dabei dem Gold-Kern bei  $180^\circ$ -Streuung? (2 Punkte)  
Vernachlässigen Sie dabei ebenfalls den Rückstoß des Kerns.  
Nehmen Sie folgende Werte für die Radien des  $\alpha$ -Teilchens und des Goldkerns an:  $R_\alpha = 2 \text{ fm}$ ,  $R_{\text{Au}} = 7 \text{ fm}$ .
3. Wie groß ist die kinetische Energie des Goldkerns nach dieser  $180^\circ$ -Streuung, wenn Sie jetzt den Rückstoß des Goldkerns berücksichtigen? (2 Punkte)  
(Machen Sie sich klar, dass Sie nichtrelativistisch rechnen können.)

### Aufgabe 3: Elastische Streuung mit Rückstoß

1. Zeigen Sie, dass für die Energie eines hochenergetischen Teilchens, z. B. Elektrons, nach der elastischen Streuung an einem ursprünglich ruhenden Teilchen, z. B. einem Kern  $X$ , gilt:  
$$E'_e = \frac{E_e}{1 + \frac{2E_e}{M_X} \sin^2 \frac{\theta}{2}}.$$
Bei gegebener Energie  $E_e$  ist die Energie des gestreuten Teilchens,  $E'_e$ , also eindeutig durch den Streuwinkel bestimmt. (Sie können bei der Rechnung die Masse des Elektrons vernachlässigen) (2 Punkte)
2. Zeigen Sie, dass der Viererimpulsübertrag in der elastischen Streuung eines hochenergetischen Elektrons an einem ursprünglich ruhenden Kern bei nicht vernachlässigbarem Rückstoß in guter Näherung gegeben wird durch:  $q^2 = -4E_e E'_e \sin^2 \frac{\theta}{2}$ . (1 Punkt)
3. Zeigen Sie, dass das Quadrat des Viererimpulsübertrags,  $q^2$ , (und damit das Quadrat der invarianten Masse des ausgetauschten Photons) in einer elastischen Elektron-Kern-Streuung allgemein immer negativ ist. Sie können (müssen aber nicht) die Rechnung für den Fall eines ruhenden Targets durchführen. (1 Punkt)