



Übungsblatt I

Hinweise

- Ausgabe: 11.04.2018; Abgabe bis 18.04.2018, 13:59 Uhr, Briefkasten Institut für Kernphysik; Besprechung: 25.04.2018
- Anmeldung zu den Übungsgruppen finden sie über die [Webpage der Veranstaltung](#).
- Übungen können von Gruppen von bis zu 3 Personen abgegeben werden
- Jede Übung wird mit 20 Pkt. bewertet.
- Für die Zulassung zur Klausur benötigen sie 50% der Übungspunkte.

Einfache Fragen

Bitte beachten sie die auf [Ilias](#) zur Verfügung gestellten Quizfragen zu jedem Kapitel der Vorlesung. Diese sind prüfungsrelevant. Fragen zum Kernphysik-Quiz können innerhalb der Übungsgruppe besprochen werden.

Aufgabe 1: Aufbau des Atomkerns - Nuklidkarte

Die Nuklidkarte ist eines der wichtigsten Nachschlagewerke eines Kernphysikers. Sie enthält unter anderem Informationen über die Stabilität der Atomkerne, die Zerfallsmodi sowie Zerfallsenergien und Neutroneneinfangswirkungsquerschnitte. Die *Chart of Nuclides* des *National Nuclear Data Center (NNDC)* finden sie unter der URL <http://www.nndc.bnl.gov/chart/>. Nutzen sie diese um die folgenden Aufgaben zu bearbeiten.

- a) Sortieren sie die Zinnisotope von Masse $A = 112$ bis Masse $A = 124$ in eine der drei Kategorien: 1) stabil 2) β^+/ϵ -Zerfall 3) β^- -Zerfall. *Hinweis: Betrachten sie alle Nuklide mit einer Halbwertszeit von $T_{1/2} > 10^{15}$ s als stabil.* 1 Pkt
- b) Nennen sie alle stabilen Isobare von ^{120}Sn und ^{122}Sn . 1 Pkt
- c) Nennen sie alle stabilen Isotone von ^{114}Sn . 1 Pkt

Über die interaktive Nuklidkarte des NNDCs erhalten sie über die Optionen oben und durch die Auswahl eines Kerns Zugriff auf andere Observablen wie die *Bindungsenergie pro Nukleon* BE/A und die *Neutronenseparationsenergie* S_n .

- d) Stellen sie für die Zinnisotope von Masse $A = 112$ bis Masse $A = 124$ die Bindungsenergie pro Nukleon BE/A und die Neutronenseparationsenergie S_n als Funktion der Massenzahl A graphisch dar. Beschreiben sie kurz die Auffälligkeiten! 2 Pkt

Aufgabe 2: De-Broglie Wellenlänge

Um die Struktur von Atomkernen zu untersuchen, werden Teilchen meist auf sehr hohe Energien beschleunigt. Aktuelle Teilchenbeschleuniger liefern unter anderem folgende Energien:

- TANDEM-Beschleuniger (IKP Köln): Protonen mit 20 MeV
- CEBAF (Jefferson Lab): Elektronen mit 12 GeV
- LHC (Cern): Protonen mit 14 TeV

Wie groß ist die de Broglie-Wellenlänge der entsprechenden Teilchen? Welche Strukturen können Sie bestenfalls damit auflösen?

3 Pkt

Aufgabe 3: Coloumbbarriere

Unter der Coulombbarriere versteht man die Strahlenergie die benötigt wird, damit der Kern des Projektils den Kern eines ruhenden Targets gerade berührt. Berechnen sie die Coloumbbarriere für ein Experiment in dem α -Teilchen auf eine Goldfolie geschossen werden sollen in MeV.

2 Pkt

Aufgabe 4: Rutherford-Streuung

In einem Experiment soll der Wirkungsquerschnitt für die Streuung von α -Teilchen an ^{197}Au bei einer Energie von $E_\alpha = 5 \text{ MeV}$ vermessen werden. Hierzu wird eine α -Quelle mit einer Intensität von $I = 10^8$ Zerfällen pro Sekunde verwendet, die sich in einem Abstand von $a = 20 \text{ cm}$ zur Goldfolie befindet. Die Goldfolie besitzt einen Durchmesser von $2r = 1 \text{ cm}$ und eine Dicke von $d = 50 \mu\text{m}$.

- a) Wie groß ist der differentielle Wirkungsquerschnitt für α -Streuung unter einem Winkel von $\theta_1 = 15^\circ$, $\theta_2 = 90^\circ$ und $\theta_3 = 150^\circ$, wenn man von reiner Rutherfordstreuung ausgeht?
2 Pkt
- b) Um die gestreuten α -Teilchen nachzuweisen, werden nun Teilchen-Detektoren unter die genannten Winkel θ_1 , θ_2 und θ_3 gestellt. Die Detektoren besitzen eine kreisförmige Detektorfläche mit Durchmesser $d = 2 \text{ cm}$ und stehen in einem Abstand von jeweils $R = 20 \text{ cm}$ zur Goldfolie. Wie viele α -Teilchen werden pro Sekunde in jedem Detektor nachgewiesen? *Hinweis: Nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass der Wirkungsquerschnitt über die Kreisfläche jedes einzelnen Detektors konstant bleibt*
5 Pkt
- c) Wie lange müssen Sie in diesem Experiment messen, um den Wirkungsquerschnitt unter jedem der genannten Winkel mit einem statistischen Fehler von weniger als 1% zu vermessen. Wie ließ sich die Zählrate in den Detektoren erhöhen? *Hinweis: Poisson-Verteilung!*
3 Pkt