

## 30. Übung zu Physik SS 2020

Ausgabe: 14.07.2020

Prof. D. Suter

---

### 1. Atomaufbau

Ein Wasserstoffatom hat einen Radius von etwa  $0,25 \text{ \AA}$  und ein Bleiatom von  $1,8 \text{ \AA}$ .

- Welcher Anteil des Volumens eines Wasserstoffatoms ist vom Kern ausgefüllt (Radius des Protons ist etwa  $0,84 \text{ fm}$ )?
- Ein Proton wiegt etwa  $1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ . Schätzen sie die Dichte von Kernmaterie in  $\text{g/cm}^3$  und  $\text{kg/m}^3$  daraus ab.
- Welcher Anteil der Masse des Wasserstoffatoms befindet sich im Kern (Bindungsenergie der Elektronen vernachlässigen)?
- Der Radius von schweren Kernen berechnet sich näherungsweise mit  $r = 1,2 \cdot A^{\frac{1}{3}} \text{ fm}$ . Wiederholen sie die vorherigen Abschätzungen für das Isotop  $^{208}\text{Pb}$  mit einer atomaren Masse von  $207,98 \text{ u}$  (Bindungsenergie der Elektronen vernachlässigen).
- Schätzen sie grob ab, welches Volumen ein Nukleon im Bleikern einnimmt. Wie vergleicht sich dies mit dem Volumen eines Protons? Führen sie die gleiche Abschätzung für Bleimetall (Dichte  $11,34 \text{ g/cm}^3$ ) und Wasserstoffgas (Dichte unter Normalbedingungen  $0,09 \text{ kg/m}^3$ , das Volumen des  $\text{H}_2$ -Moleküls kann als das Doppelte eines H-Atoms angenommen werden) durch. Wie würden sie Kernmaterie eher beschreiben: fest, flüssig oder gasförmig?

### 2. Radioaktiver Zerfall

(a) Für ein radioaktives Atom ist die Wahrscheinlichkeit  $P$  in einem Zeitfenster  $\Delta t$  zu zerfallen, gemäß  $P = \Delta t / \tau$  mit einer charakteristischen Konstanten  $\tau$  gegeben. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit  $P(n\Delta t)$ , dass das Atom während  $n$  Zeitschritten nicht zerfällt und dann im nächsten Zeitschritt zerfällt?

(b) Die Wahrscheinlichkeitsdichte für den Zerfall  $\rho(t) = \frac{P(n\Delta t)}{\Delta t}$  zur Zeit  $t = n\Delta t$  wird exakt im Limes  $\Delta t \rightarrow 0$ , d.h.  $n \rightarrow \infty$ . Berechnen Sie  $\rho(t)$ .

### 3. Radioaktive Strahlung

Wie kann man durch Versuche ermitteln, ob es sich bei einer Strahlung um Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung handelt?

### 4. Teilchen

Betrachtet man Alpha-Teilchen der Energie  $4 \text{ MeV}$  und Beta-Teilchen der Energie  $2 \text{ MeV}$ , so beträgt die Reichweite dieser Alpha-Teilchen in Luft  $2,5 \text{ cm}$  und die der Beta-Teilchen  $71,0 \text{ cm}$ . Erstaunt Sie das? Können Sie eine Erklärung dafür finden?