

2. Physik- Klausur im Grundkurs 13.1

Aufgabe 1 (60 Punkte): Kernaufbau und natürliche Radioaktivität

In den folgenden Aufgaben wird die natürliche Radioaktivität, also der spontane Zerfall von Atomkernen „aus sich heraus“ betrachtet. Dabei kann in allen Aufgabenteilen immer von einer so großen Anzahl an Kernen ausgegangen werden, dass die stochastischen Schwankungen der nicht vorhersagbaren Zerfallsreaktionen nicht wahrgenommen werden.

Arbeitsaufträge:

- 1.1 Nenne jeweils die Anzahl der Neutronen und Protonen für folgende Nuklide:
C-14, Bi-208, Po-208, Tritium, He-3 (5P)
- 1.2 Erläutere die Begriffe Isotope, Isotone und Isobare und beschreibe, wo diese jeweils in der Nuklidkarte („Isotopentafel“) angeordnet sind. (6P)
- 1.3 Skizziere und erläutere das „Stabilitätsband“. (2P)
- 1.4 Erläutere, warum Na-22 sehr instabil, Ne-22 dagegen stabil ist. (4P)
- 1.5 Formuliere die allgemeinen Zerfallsgleichungen für α und β^- - Zerfall vollständig. (4P)
- 1.6 Verschiedene Radon-Isotope zerfallen in mehreren Zwischenschritten in stabile Bleisotope. Entscheide, ob dabei aus Rn-218 das stabile Pb-208 entstehen kann und begründe die Antwort anhand der Massenzahlen. (4P)
- 1.7 a) Bestimme die Masse eines Am-241-Präparates mit einer Aktivität von 333kBq. (3P)
b) Bestimme die Aktivität einer vergifteten Tasse Tees, welche 10 μ g Po-210 enthält. (3P)
Nenne für a) und b) die Zeiten („Faustformel“ nutzen!), damit die Aktivitäten der Proben auf ein tausendstel sinken. (4P)
- 1.8 Die Aktivität lebenden Holzes beträgt 208Bq je kg Kohlenstoff aufgrund winzig kleiner Spuren von C-14 im stabilen C-12. Die Halbwertszeit vom C-14 beträgt 5730a. Berechne das Alter einer Probe, deren Aktivität nur noch 65 Bq je kg aufweist. (10P)
- 1.9 Bei der Untersuchung einer unbekannten Probe wird deren rasch abklingende Aktivität gemessen. Bestimme aus den folgenden Messwerten graphisch die Zerfallskonstante und daraus die Halbwertszeit sowie die Aktivität der „frischen“ Probe: (15P)

| Zeit t in min: | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 60 | 120 |
|--------------------|-------|-------|------|------|------|------|-----|-----|
| Zählrate in 1/sec: | 14620 | 11880 | 9650 | 7835 | 6365 | 5170 | 280 | 5 |

Aufgabe 2 (40 Punkte): Radioaktive Strahlung, Wechselwirkung mit Materie und Messverfahren

Allen Messmethoden für Radioaktivität verwenden die ionisierenden Eigenschaften der energiereichen Strahlung. Dabei muss zwischen Verfahren unterschieden werden, die bloß die reinen „Ereignisse“ zählen, also das Eintreten von radioaktiver Strahlung in den Detektor und Messverfahren, welche auch die Energie der Teilchen auflösen. Die Art der Strahlung muss in der Regel aus zusätzlichen Experimenten oder Überlegungen heraus identifiziert werden.

Arbeitsaufträge:

- 2.1 Nenne die unterschiedlichen Arten radioaktiver Strahlung und beschreibe deren wesentlichen Eigenschaften. Gehe dabei auch auf die jeweiligen Energiespektren ein und erläutere deren Zustandekommen. (12P)
- 2.2 Erläutere das Prinzip des Geiger-Müller-Zählrohres anhand einer geeigneten Skizze. (8P)
- 2.3 Na-22 ist ein kurzlebiger, mit $E_\beta=0,5\text{MeV}$ energiereicher β^+ -Strahler, welcher zudem eine Gammastrahlung von $1,275\text{MeV}$ aussendet.
 - a) Formuliere die zugehörige Zerfallsgleichung (2P)
 - b) Berechne die Frequenz und den Impuls der Gammastrahlung. (4P)
 - c) Zeichne das Energiespektrum der β^+ -Strahlung (4P)
- 2.4 Beschreibe, wie diese Gammastrahlung aus 2.3 mit fester Materie in einem Detektor wechselwirken kann und erläutere anhand einer Skizze den Spektrenverlauf (Intensität vs. Energie). Berechne hierzu die Compton- Kante und erläutere den Compton- Effekt. (10P)

$$\text{Compton- Formel: } E_{\gamma'} = \frac{E_{\gamma}}{1 + \frac{2 \cdot E_{\gamma}}{E_0}}$$

bei Rückstreuung um 180° mit

E_0 = Ruheenergie des Elektrons