

Lösung



- 1 Der Atomdurchmesser ist etwa 100.000 mal so groß wie der Durchmesser des Atomkerns. Berechne, welchen Durchmesser ein Atom hätte, wenn der Atomkern die Größe eines Kirschkerns (Durchmesser 1 cm) hätte.

Der Durchmesser des Atoms müsste dann 100.000 cm betragen, das sind 1000 m oder 1 km.

- 2 Was bedeuten die Zahlen bei folgendem Bleisotop? $^{208}_{82}\text{Pb}$
 Aus welchen Teilchen besteht dieses Atom?
 Wie viel Teilchen sind von jeder Sorte vorhanden?

Die 82 gibt die Anzahl der Protonen und damit die Ordnungszahl im Periodensystem der Elemente an.

208 ist die Massenzahl, die sich aus der Protonen- und Neutronenzahl zusammensetzt.

Ein Atom besteht aus Protonen und Neutronen (beide im Kern) und aus Elektronen (in der Hülle).

Da in einem nicht ionisierten Atom genau so viel Elektronen wie Protonen sind, gilt für das Isotop $^{208}_{82}\text{Pb}$:

Es besteht aus 82 Elektronen, 82 Protonen und $208 - 82 = 126$ Neutronen.

- 3 Wie kommt es, dass Luft durch radioaktive Strahlen ionisiert werden kann?

Die beim radioaktiven Zerfall ausgesendeten Teilchen prallen mit sehr hoher Geschwindigkeit auf die Luftteilchen. Durch den Aufprall wird so viel Energie auf die Elektronen übertragen, dass ein Elektron vom Atom abgespalten werden kann. Das Atom ist dann ionisiert.

- 4 Ein Elektroskop wird entladen, wenn man ein radioaktives Element, das α -Strahlen aussendet, in die Nähe bringt. Jemand behauptet, die Entladung komme daher, dass die Ladung der α -Strahlen das Elektroskop neutralisieren würde. Ist diese Behauptung richtig? Wie kann man diese Vermutung durch einen Versuch bestätigen oder widerlegen?

Die Behauptung ist nicht richtig. Man kann das zeigen, indem man das Elektroskop einmal negativ und einmal positiv auflädt. Wenn es negativ geladen ist, könnte die Entladung im Prinzip durch die positiv geladenen α -Strahlen (He^{++} -Kerne) erfolgen. Wenn es positiv geladen ist, dürfte es durch die positiven α -Strahlen aber nicht entladen werden. Da es trotzdem entladen wird, kann nicht die Ladung der α -Strahlen der Grund dafür sein.

In Wirklichkeit ionisieren die α -Strahlen die umgebende Luft. Die dabei erzeugten Ladungsträger (Elektronen und Ionen) neutralisieren das Elektroskop, ganz gleich, wie es geladen ist.

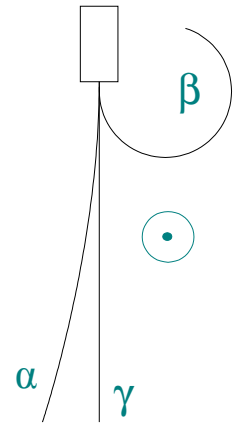
- 5 Welche besondere Aufgaben erfüllen jeweils folgende Geräte zum Nachweis radioaktiver Strahlung?

Dosimeterplakette: *Über einen längeren Zeitraum wird der Aufprall von radioaktiven Teilchen registriert. So kann man überprüfen, ob eine über einen langen Zeitraum aufgenommene Strahlungsmenge noch im Bereich der zulässigen Dosis liegt.*

Nebelkammer: *Der zurückgelegte Weg von radioaktiven Teilchen wird sichtbar gemacht. Durch die Krümmung und die Länge des Weges kann man auf die Teilchenart und ihre Energie schließen.*

Geiger-Müller-Zählrohr: *Gerät zur Messung der Aktivität einer radioaktiven Substanz. Einzelne radioaktive Teilchen können registriert werden.*

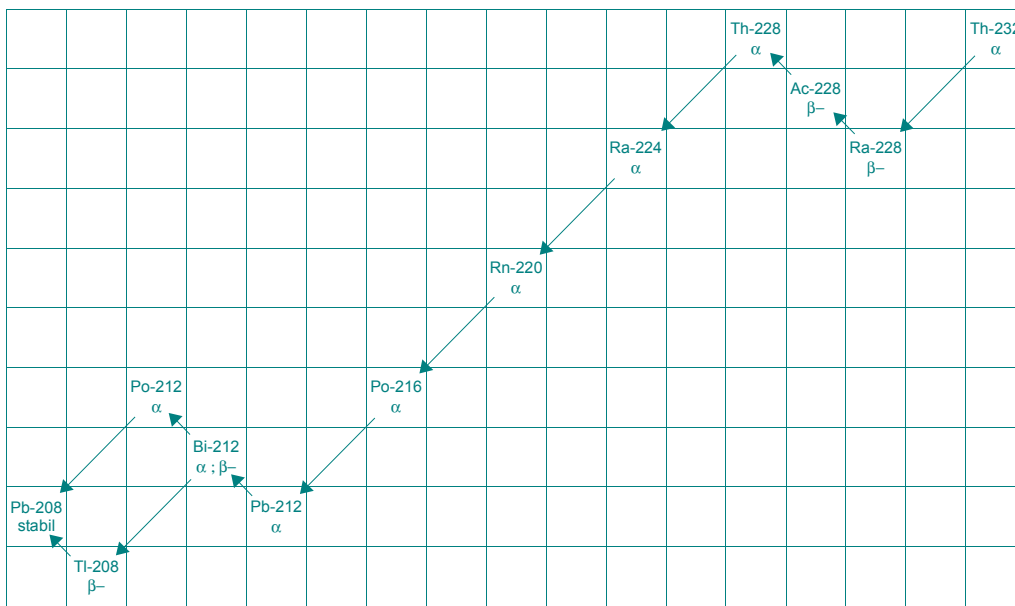
- 6 Kennzeichne die Richtung des Magnetfeldes, das senkrecht zur Papierebene verläuft, durch \otimes oder \odot und gib an, welche Bahn durch α -, β - und γ -Strahlung entstanden ist.



Begründung:

γ -Strahlen sind nicht geladen, werden im Magnetfeld also nicht abgelenkt.
 α -Strahlen sind schwerer als β -Strahlen, werden also nicht so stark abgelenkt.
 Da α -Strahlen positiv und β -Strahlen negativ geladen sind, kann man mit Hilfe der 3-Finger-Regel der rechten bzw. linken Hand erkennen, dass die Feldlinien aus der Papierebene herauszeigen müssen.

- 7 Zeichne auf der Nuklidkarte den Zerfallsweg des Isotops Th-232 ein.



- 8 Was versteht man unter Halbwertszeit und wie groß ist die Halbwertszeit, wenn man folgende Messung aufgenommen hat?

Zeit in Stunden	0	1	2	3	4	5	6
Zerfälle pro Sekunde	8000	4750	2830	1680	1000	600	350

Beim radioaktiven Zerfall ist die Zeitspanne (Halbwertszeit), die vergeht, bis nur noch die Hälfte des ursprünglich vorhandenen Materials vorhanden ist, immer gleich groß, ganz gleich, wie viel von dem Stoff noch da ist.
 Aus der Tabelle kann man ablesen, dass zwischen den Zeitpunkten 0 h und 4 h die Menge der radioaktiven Substanz auf $1/8$ abgenommen hat. In diesen 4 Stunden sind also 3 Halbwertszeiten vergangen. 4 Stunden bestehen aus 240 Minuten. Die Halbwertszeit beträgt also $240 \text{ Minuten} : 3 = 80 \text{ Minuten}$ oder 1 Stunde und 20 Minuten.

- 9 Warum werden bei der Kernspaltung immer einige Neutronen freigesetzt?

Je schwerer ein Atomkern ist, desto größer ist der Neutronenüberschuss gegenüber der Protonenzahl. Angenommen, der Kern würde in zwei gleich große Kerne zerbrechen. Dann hätte dieser Kern viel zu viel Neutronen. Überschüssige Neutronen werden somit sofort abgestoßen, weitere Neutronen wandeln sich in anschließenden β -Zerfällen in Protonen um.

10 Warum kann es bei einer Kernspaltung zu einer Kettenreaktion kommen?

Eine Kernspaltung wird eingeleitet durch Auftreffen eines (1) Neutrons auf den Atomkern. Da bei der Spaltung 3 Neutronen frei werden, können diese 3 Neutronen 3 Kerne zur Spaltung bringen. Dabei werden $3 \cdot 3 = 9$ Neutronen frei. Bei jedem Spaltungsprozess verdreifacht sich also die Anzahl der Neutronen und damit auch die Anzahl zur gleichen Zeit gespaltener Kerne.

11 Welche Eigenschaft der Kernspaltung nutzt man in Kernkraftwerken aus, um elektrischen Strom zu erzeugen?

Man nutzt die Eigenschaft aus, dass bei der Kernspaltung viel Energie frei wird. Mit dieser Energie wird Wasserdampf erzeugt, der dann Turbinen antreibt, wodurch über angeschlossenen Generatoren Strom erzeugt wird.

12 Was versteht man unter genetischen und somatischen Strahlenschäden?

genetisch: *Nachkommen werden geschädigt* somatisch: *der eigene Körper wird geschädigt*

13 Welche 4 Quellen der Strahlenbelastung des Menschen gibt es?

1. *Höhenstrahlung* 2. *terrestrische Strahlung* 3. *Eigenstrahlung* 4. *künstliche Strahlung*

14 Beschreibe kurz, was man unter Energiedosis, Äquivalentdosis und Aktivität versteht und schreibe auf, in welchen Einheiten man diese Größen angibt.

Energiedosis: *aufgenommene Energie pro Masseneinheit* $1 \text{ Gray} = 1 \text{ Joule} / 1 \text{ Kilogramm}$; $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J} / 1 \text{ kg}$

Äquivalentdosis: *wie Energiedosis, nur mit einem Qualitätsfaktor multipliziert, der die Gefährlichkeit der betreffenden Strahlung berücksichtigt.* $1 \text{ Sievert} = 1 \text{ Joule} / 1 \text{ Kilogramm}$; $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J} / 1 \text{ kg}$

Aktivität: *Anzahl der radioaktiven Zerfälle pro Zeiteinheit* $1 \text{ Becquerel} = 1 / 1 \text{ Sekunde}$; $1 \text{ Bq} = 1 / 1 \text{ s}$

Viel Erfolg bei der Bearbeitung der Aufgaben!