

Lösung

1 Gib an, aus welchen Teilchen ein Atom aufgebaut ist. Vergleiche die Teilchen bezüglich Ladung und Masse.

*Protonen (positiv geladen), Neutronen (elektrisch neutral), Elektronen (negativ geladen)*

*Protonen und Neutronen haben etwa die selbe Masse. Die Masse eines Protons ist knapp 2000 mal so groß wie die Masse eines Elektrons.*

2 Was passiert beim  $\beta$ -Zerfall?

*Ein Neutron wandelt sich in ein Proton um. Gleichzeitig werden ein Elektron (zur Ladungserhaltung) und ein Antineutrino (zur Energieerhaltung) erzeugt.  $n \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}$*

3 Was passiert beim  $\alpha$ -Zerfall?

*In einem Atomkern fügen sich 2 Protonen und 2 Neutronen zusammen und verlassen als Helium-Kern den Atomkern.*

4 Bringt man ein radioaktives Präparat in die Nähe eines geladenen Elektroskops, so wird dieses entladen, ganz gleich, ob es negativ oder positiv geladen ist. Wie kann das geschehen?

*Die beim radioaktiven Zerfall ausgesendeten Teilchen ( $\alpha$  oder  $\beta$  oder  $\gamma$ ) ionisieren die Luft um das Elektroskop herum. Die dabei erzeugten negativ oder positiv geladenen Teilchen neutralisieren die Ladung auf dem Elektroskop.*

5 In einer Nebelkammer erzeugen  $\alpha$ -Strahlen gleich lange Nebelspuren. Was kann daraus geschlossen werden?

*Beim Durchdringen der Luft geben die  $\alpha$ -Teilchen durch Ionisation ihre Energie ab. Wenn die Spuren gleich lang sind, müssen die  $\alpha$ -Teilchen also gleiche Energie gehabt haben.*

6 Wozu dienen Dosimeterplaketten?

*Zum Überprüfen, ob man in einer Umgebung, in der man durch radioaktive Strahlen gefährdet ist, zu viel Strahlung absorbiert hat (Strahlenschutz).*

7 Auch ohne die Anwesenheit von radioaktiven Präparaten misst ein Geiger-Müller-Zählrohr ständig eine von null verschiedene Aktivität. Woher kommen die Zerfälle?

*Terrestrische Strahlung (radioaktive Substanzen im Boden, häufig auch aus dem Boden aufsteigendes Radon-Gas)*

*Kosmische Strahlung (energiereiche Teilchen aus dem Weltraum erzeugen in hohen Luftschichten viele hoch beschleunigte Teilchen)*

*Eigenstrahlung (in den menschlichen Körper (ebenso bei Tieren und Pflanzen) werden radioaktive Teilchen eingebaut, die dann im Lauf der Zeit zerfallen)*

*Überreste von Atombombenexplosionen und Kernkraftwerksunfällen*

8 Beschreibe die Funktionsweise einer Ionisationskammer (im Buch als Metallkammer bezeichnet) am Beispiel der Messung mit Radongas.

*Ionisationskammer: Metallhülle mit in der Mitte isoliert angebrachtem Metallstab. Hülle und Stab werden mit entgegengesetzten Ladungen aufgeladen. Radioaktive Substanzen in der Ionisationskammer ionisieren dort die Luft und führen zu einem Stromfluss zwischen Hülle und Stab. Die Stromstärke ist ein Maß für die Intensität des radioaktiven Zerfalls im Innern der Kammer.*

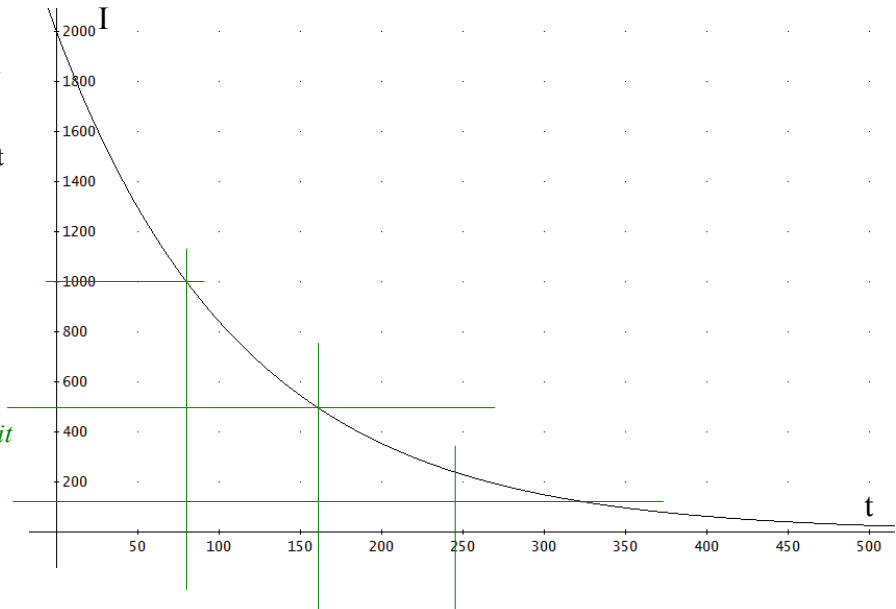
9 Erkläre das Grundprinzip der Altersbestimmung mit der C-14-Methode.

Ständig wird durch die Höhenstrahlung in der Luft radioaktives C-14 gebildet. Dieses Kohlenstoffisotop wird mit dem stabilen Isotop C-12 gemeinsam in Lebewesen (Pflanzen, Tiere) eingebaut und ist während der Lebensdauer der Lebewesen in ihnen in der gleichen Konzentration vorhanden wie in der Luft. Sterben die Lebewesen, nimmt der Anteil von C-14 durch Zerfall ab. Das gemessene Verhältnis von C-14 zu C-12 gestattet die Bestimmung des Alters der Probe.

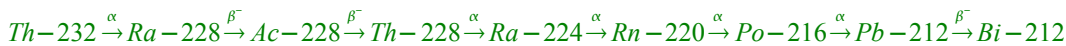
10 Bei einer Messung zum radioaktiven Zerfall ergibt sich nebenstehendes Diagramm. Erläutere, was Halbwertszeit ist und bestimme die Halbwertszeit aus dem Diagramm.

Die Zeit, die vergeht, bis von einer radioaktiven Substanz die Hälfte zerfallen ist, ist konstant, ganz gleich, wie viel von der Substanz noch vorhanden ist. Diese Zeit nennt man Halbwertszeit.

Im Diagramm beträgt die Halbwertszeit etwa 80 Zeiteinheiten.



11 Schreibe die Zerfallsreihe von Th-232 auf. Notiere alle Zwischensubstanzen bis zum stabilen Nuklid. Wenn mehrere Zerfälle möglich sind, verfolge alle möglichen Wege.



hier teilt sich der Zerfallsweg auf:

1.  $\text{Bi}-212 \xrightarrow{\beta^-} \text{Po}-212 \xrightarrow{\alpha} \text{Pb}-208$
2.  $\text{Bi}-212 \xrightarrow{\alpha} \text{Tl}-208 \xrightarrow{\beta^-} \text{Pb}-208$

12 Beschreibe die Vorgänge bei der Kernspaltung an Hand der Gleichung  ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3 \cdot {}^1_0\text{n} + \Delta E$  und begründe damit, wie eine Kettenreaktion im Kernkraftwerk und in der Atombombe zustande kommen kann.

Ein Neutron trifft auf einen Urankern. Die absorbierte Energie ist so groß, dass der Kern in 2 Teile zerfällt, in einen Barium- und in einen Krypton-Kern. Da leichtere Kerne prozentual nicht so viele Neutronen haben können wie Uran, werden 3 Neutronen einzeln abgesondert. Bei dem gesamten Prozess wird viel Energie frei.

Die abgesonderten Neutronen können wiederum andere Urankerne zur Spaltung bringen. Da die Anzahl der freien Neutronen jeweils auf das 3-fache zunimmt und damit auch die Zahl der Uran-Kerne, die in einem bestimmten Zeitraum gespalten werden, auf das 3-fache wächst, kommt es zu einer lawinenartigen Zunahme des Zerfallsprozesses und damit auch zu einem starken Ansteigen der Energieausschüttung.

13 Welcher Konstruktionsfehler führte im Kernkraftwerk von Tschernobyl zu Katastrophe?

Die Kühlmittelpumpen, die dafür sorgen sollten, dass der Reaktorkern nicht zu heiß wird, wurden von dem Strom gespeist, der im Reaktor erzeugt wurde.

Folge: Als wegen einer Überhitzung des Reaktorkerns der Reaktor tiefer gefahren wurde, fielen die Pumpen aus und konnten die überschüssige Wärme aus dem Reaktor nicht mehr entfernen. Dadurch schmolz der Reaktorkern.

14 Gib den Unterschied zwischen somatischen und genetischen Strahlen-Schäden an.

*somatisch: Der Körper der verstrahlten Person wird geschädigt.*

*genetisch: Die Schäden an der Erbsubstanz werden erst in den Folgegenerationen sichtbar.*

---

15 Nenne die in der Natur vorkommenden Quellen der Strahlenbelastung.

*Terrestrische Strahlung (Erde)*

*Höhenstrahlung (Weltraum)*

*Eigenstrahlung (Lebewesen)*

*dazu kommt die durch Menschen künstlich erzeugte Radioaktivität*

---

16 Warum ist für die Bestimmung der Schädlichkeit eines Präparates die Kenntnis der Aktivität nicht so wichtig, sondern mehr die Energiedosis und noch mehr die Äquivalentdosis?

*Die Aktivität gibt an, wie viel von einer Substanz in einer bestimmten Zeiteinheit zerfällt. Damit wird aber nichts über die Schädlichkeit der Strahlung ausgesagt, weil es nicht auf die Menge der Teilchen pro Zeit, sondern auf die dabei übertragene Energie ankommt.*

*Diese übertragene Energie wird durch die Energiedosis beschrieben.*

*Da aber verschiedene Teilchenarten unterschiedliche Schadenshöhe erzeugen, wird die Energiedosis noch mit einem für die entsprechende Teilchenart charakteristischen Qualitätsfaktor multipliziert, so dass das Ergebnis, die Äquivalentdosis, die Schädlichkeit besser angeben kann.*