

5.1. Aufgaben zum Atombau

Aufgabe 1: Elementarteilchen

- Nenne die drei klassischen Elementarteilchen und vergleiche ihre Massen und Ladungen.
- Wie kann man Elektronen nachweisen?
- Warum sind Neutronenstrahlen viel gefährlicher als Elektronen- oder Protonenstrahlen?
- Warum bewegen sich Protonen und Neutronen in der Regel viel langsamer als Elektronen?

Aufgabe 2: Unit und Mol

- Welche Masse haben 7 Mol Protonen?
- Wie viele Neutronen haben die Masse 10 g?
- Wie viele Elektronen haben die Masse 10 g?

Aufgabe 3: Radioaktive Strahlung

- Nenne und charakterisiere die drei Arten radioaktiver Strahlung.
- Wie lassen sich die Strahlungsarten unterscheiden?
- Warum sind γ -Strahlen viel gefährlicher als α - und β -Strahlen?

Aufgabe 4: Streuversuch und Atommodell von Rutherford

- Aluminium hat die Ordnungszahl 13 und die Massenzahl 27. Welche drei Aussagen lassen sich daraus über das Element machen?
- Welche Masse haben 10 Kohlenstoffatome (${}^6\text{C}$) ?
- Welche Masse haben 5 mol Neonatome (${}^{10}\text{Ne}$)?
- Welche Masse haben 10 000 α -Teilchen?
- Wie viele Atome sind durchschnittlich in 10 g Kupfer (${}_{29}\text{Cu}$) enthalten?
- Wie viele Neutronen enthält ein durchschnittliches Kupferatom (${}_{29}\text{Cu}$) ?
- Wie viel Protonen enthält ein Goldatom (${}_{79}\text{Au}$) ?
- Wie viele Elektronen sind durchschnittlich in 1 kg Eisen (${}_{26}\text{Fe}$) enthalten?
- Wie viel Neutronen enthalten 20 g Mangan (${}_{25}\text{Mn}$) im Durchschnitt ?

Aufgabe 5: Isotope

Berechne die durchschnittliche Masse eines Atomes der folgenden Elemente:

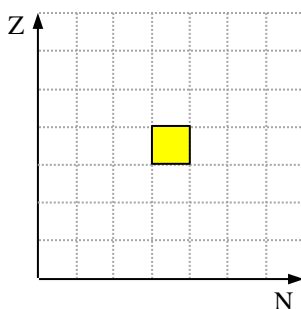
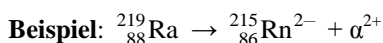
- Neon: 90,92 % ${}^{20}\text{Ne}$ + 0,26 % ${}^{21}\text{Ne}$ + 8,82 % ${}^{22}\text{Ne}$
- Lithium: 7,42 % ${}^6\text{Li}$ + 92,58 % ${}^7\text{Li}$
- Chlor: 75 % ${}^{35}\text{Cl}$ + 25 % ${}^{37}\text{Cl}$
- Blei: 1,4 % ${}^{204}\text{Pb}$ + 24,1 % ${}^{206}\text{Pb}$ + 22,1 % ${}^{207}\text{Pb}$ + 52,4 % ${}^{208}\text{Pb}$

Aufgabe 6: Nuklidkarte

- Bestimme die Position der Edukte und Produkte in der Nuklidkarte.
- Übertrage die Lage des Produktes auf den abgebildeten Ausschnitt der Nuklidkarte

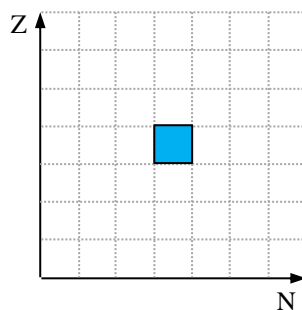
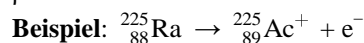
α -Zerfall (gelb):

zwei Neutronen und zwei Protonen verlassen den Kern als α -Teilchen.



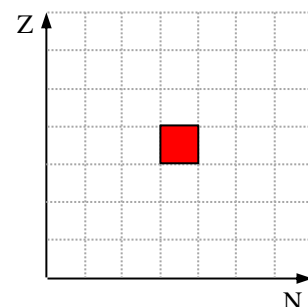
β^- -Zerfall (blau):

Ein Neutron zerfällt in
 - ein Proton, welches im Kern bleibt
 und
 - ein Elektron, welches den Kern als β^- -Teilchen verlässt.



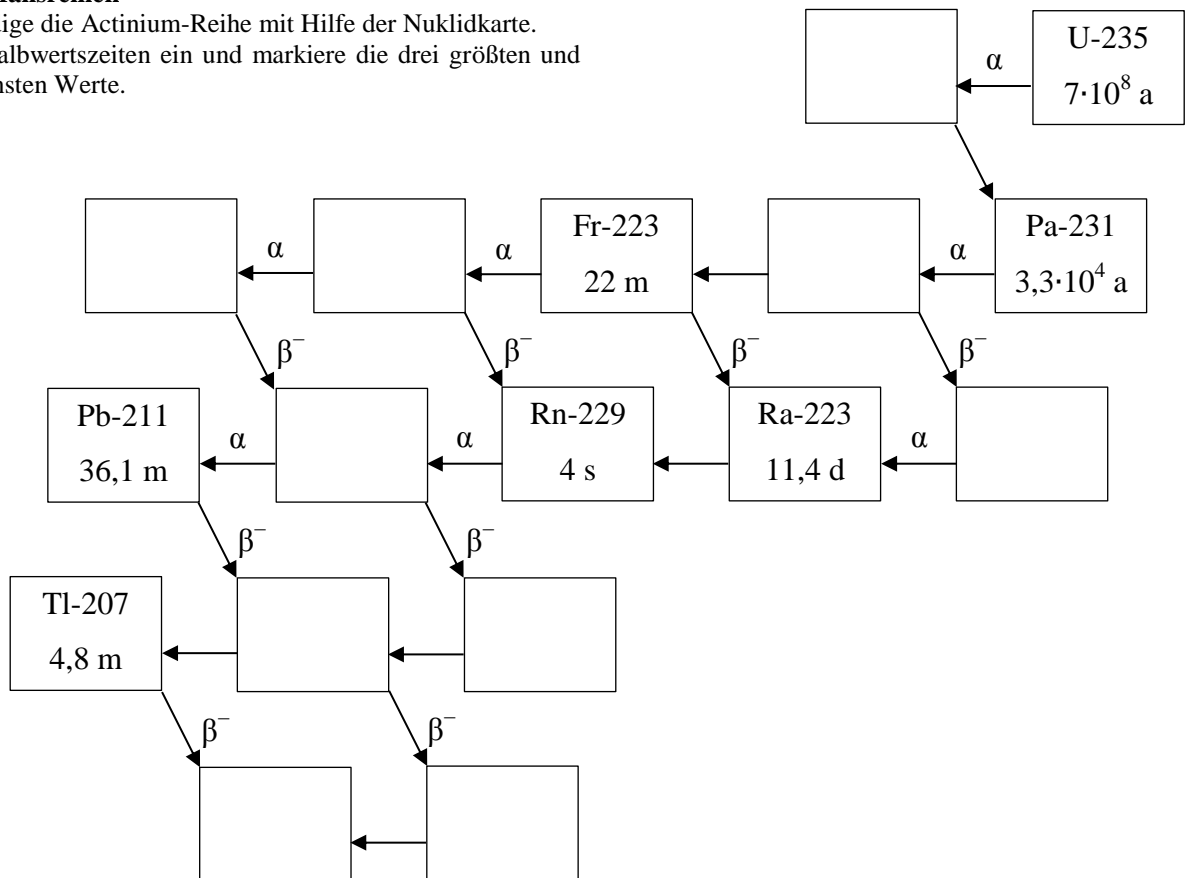
β^+ -Zerfall: (rot)

Ein Proton zerfällt in ein Neutron, welches im Kern bleibt, und ein Positron (positiv geladenes Elektron), das ein Elektron der Hülle vernichtet und dabei γ -Strahlung aussendet:



Aufgabe 7: Zerfallsreihen

- Vervollständige die Actinium-Reihe mit Hilfe der Nuklidkarte.
- Trage die Halbwertszeiten ein und markiere die drei größten und die drei kleinsten Werte.



Aufgabe 8: Zerfallsgesetze

Das Kohlenstoffisotop C-14 hat eine Halbwertszeit von $T_{1/2} = 5370$ a.

- Wie viel Prozent der ursprünglichen Aktivität sind noch messbar nach 5370 a, 10740 a und 16010 a?
- Wie viel Prozent der ursprünglichen Aktivität sind noch messbar nach 2000 a, 8000 a und 20 000 a?
- Nach wie vielen Jahren sind noch 30 %, 10 % und 3 % der ursprünglichen Aktivität messbar?

Aufgabe 9: Zerfallsgesetze

Das Franciumisotop Fr-223 hat eine Halbwertszeit von $T_{1/2} = 22$ m.

- Wie viel Prozent der ursprünglichen Aktivität sind noch messbar nach 22 m, 44 m und 66 m?
- Wie viel Prozent der ursprünglichen Aktivität sind noch messbar nach 10 m, 30 m und 90 m?
- Nach wie vielen Jahren sind noch 30 %, 10 % und 3 % der ursprünglichen Aktivität messbar?

Aufgabe 10: Stromerzeugung mit radioaktivem Zerfall

- Erkläre die Begriffe Steuerstab, Moderator und langsame Neutronen
- Skizziere den Aufbau eines Siedewassereaktors
- Skizziere den Aufbau eines Druckwassereaktors

Aufgabe 11: Spektrale Zerlegung und Wellenmodell des Lichtes

- Beschreibe den Zusammenhang zwischen Farbe, Wellenlänge und Energiegehalt des sichtbaren Lichtes.
- Nenne 5 Arten elektromagnetischer Strahlung und ordne sie nach Wellenlänge bzw. Energiegehalt.
- Beschreibe die Wirkung von drei Arten elektromagnetischer Strahlung auf den menschlichen Körper.

Aufgabe 12: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

Beschreibe den Aufbau zur Erzeugung des Linienspektrums von Natrium.

Aufgabe 13: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

Zeichne jeweils ein Schalenmodell mit drei möglichen Übergängen. Ordne die Übergänge den drei Farben zu.

- 1H : Blau, Grün, Gelb
- 3Li : Orange, Orange-Rot, Rot.
- 11Na : Gelb, Orange, Rot

5.1. Lösungen zu den Aufgaben zum Atombau

Aufgabe 1: Elementarteilchen

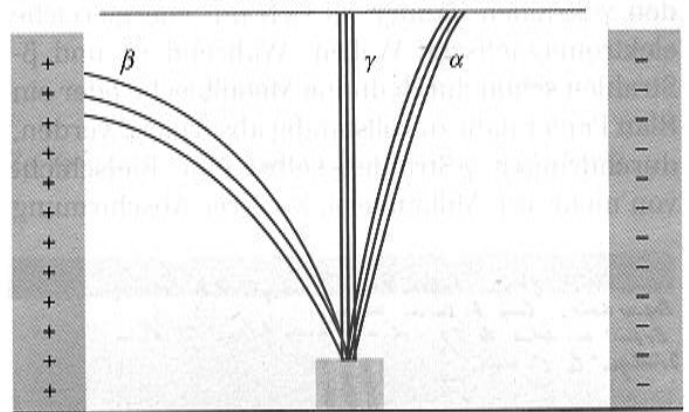
- Protonen haben eine Masse von 1 u und besitzen eine positive Elementarladung
Neutronen haben eine Masse von 1 u und sind ungeladen
Elektronen haben eine Masse von $1/2000$ u und besitzen eine negative Elementarladung
- Ein negativ aufgeladener Glühdraht sendet Elektronen aus, die im Vakuum eine große Reichweite haben und durch positiv bzw. negativ geladene Metallplatten auf einen Schirm gelenkt werden können, dessen Beschichtung aus z.B. Zinksulfid beim Auftreffen der Elektronen leuchtet.
- Sie haben keine Ladung und können Materie fast ungehindert durchdringen, da sie durch die anderen geladenen Elementarteilchen in der Materie nur bei direktem Aufprall abgelenkt werden
- Sie haben eine viel größere Masse.

Aufgabe 2: Unit und Mol

- 7 u
- 10 mol
- 20 000 mol

Aufgabe 3: Radioaktive Strahlung

- α -Strahlung besteht aus He^{2+} -Ionen bzw. -Atomkernen mit jeweils 2 Protonen und 2 Neutronen. Sie wird bereits durch ein Blatt Papier aufgehalten.
 β -Strahlung besteht aus schnellen Elektronen und kann z.B. durch ein Buch abgeschirmt werden.
 γ -Strahlung besteht aus sehr energiereichen Röntgenstrahlen und zum Schutz sind 2 m Beton oder dicke Bleibleche notwendig.
- Man stellt auf beiden Seiten der Strahlung positiv bzw. negativ geladene Ablenkplatten auf. Die positiv geladenen α -Strahlen werden zur negativen Platte abgelenkt und die negativ geladenen β -Strahlen zur positiven geladenen Platte. Die ungeladenen γ -Strahlen werden nicht abgelenkt. (siehe rechts)
- Sie lassen sich durch elektrische Ladungen nicht ablenken und durchdringen Materie nahezu ungehindert.



Aufgabe 4: Streuversuch und Atommodell von Rutherford

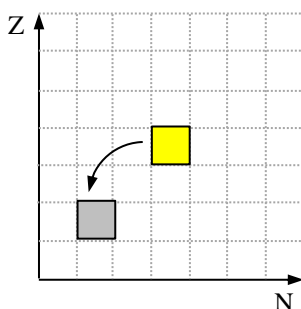
- Ein Al-Atom besteht aus 13 Elektronen, 13 Protonen und $27 - 13 = 14$ Neutronen. Ein Al-Atom hat eine Masse von 27 u. Ein Mol Al-Atome haben eine Masse von 27 g.
- 10 C-Atome haben eine Masse von 120 u.
- 5 mol Ne-Atome haben eine Masse von 100 g.
- 10 000 α -Teilchen haben eine Masse von 40 000 u.
- 10 g Kupfer enthalten durchschnittlich 0,157 mol Cu-Atome
- Ein Kupferatom besitzt durchschnittlich $63,5 - 29 = 34,5$ Neutronen
- Ein Goldatom besitzt 79 Protonen.
- 1 kg Eisen enthalten durchschnittlich 17,9 mol Atome mit 465,9 mol Elektronen
- 20 g Mangan enthalten durchschnittlich 0,67 mol Neutronen

Aufgabe 5: Isotope

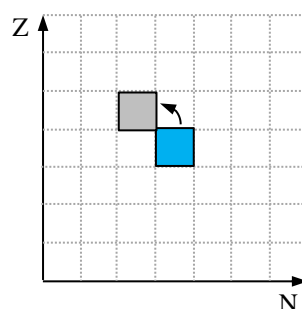
- Neon: $0,9092 \cdot 20 \text{ u} + 0,0026 \cdot 21 \text{ u} + 0,0882 \cdot 22 \text{ u} = 20,18 \text{ u}$
- Lithium: $0,00742 \cdot 6 \text{ u} + 0,9258 \cdot 7 \text{ u} = 6,94 \text{ u}$
- Chlor: $0,75 \cdot 35 \text{ u} + 0,25 \cdot 37 \text{ u} = 35,5 \text{ u}$
- Blei: $0,014 \cdot 204 \text{ u} + 0,241 \cdot 206 \text{ u} + 0,221 \cdot 207 \text{ u} + 0,524 \cdot 208 \text{ u} = 207,2 \text{ u}$

Aufgabe 6: Nuklidkarte

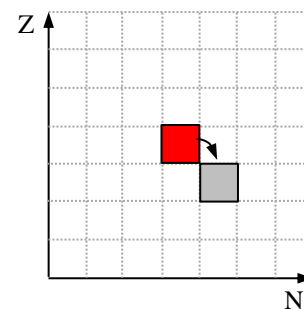
α -Zerfall (gelb)



β^- -Zerfall (blau)

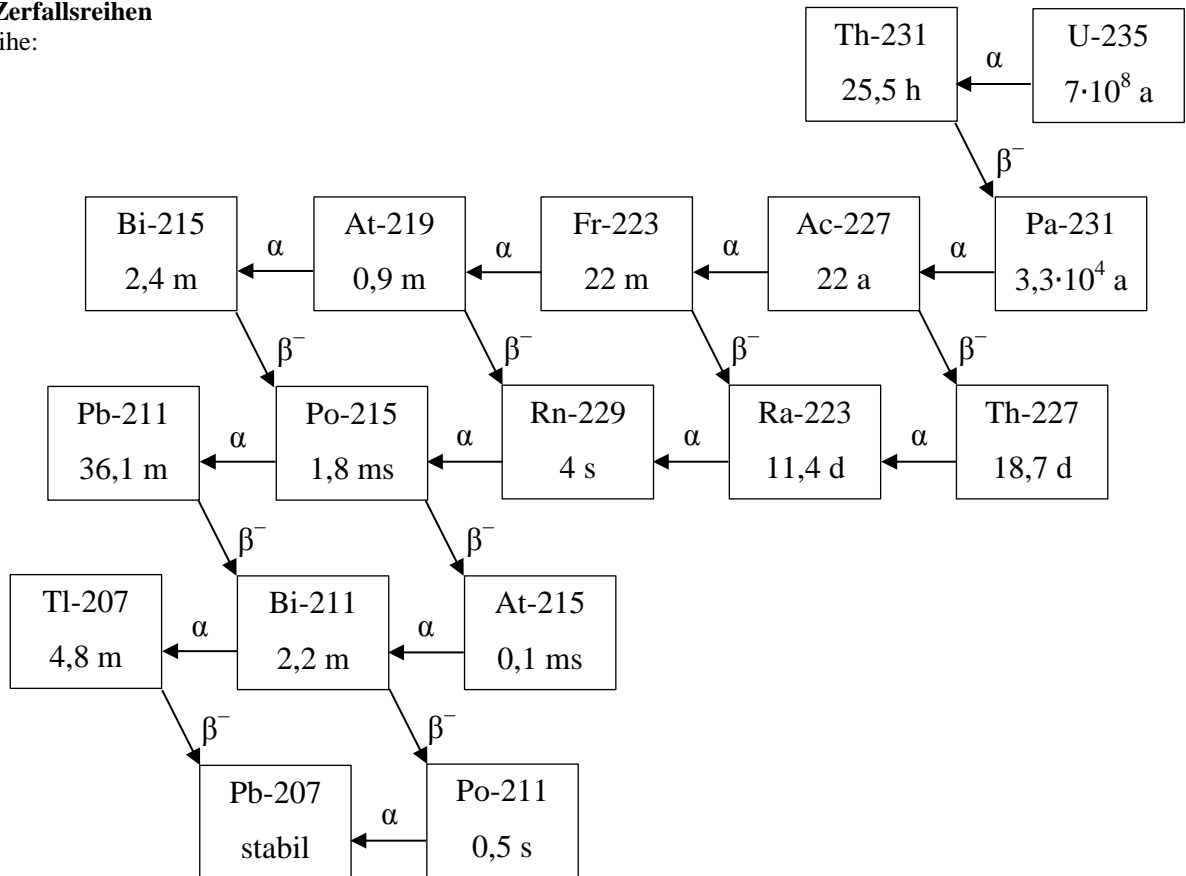


β^+ -Zerfall: (rot)



Aufgabe 7: Zerfallsreihen

Actinium-Reihe:



Aufgabe 8: Zerfallsgesetze

$$N(t) = 100 \% \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{5370 \text{ a}}}$$

- $N(5370 \text{ a}) = 50 \%$, $N(10740 \text{ a}) = 25 \%$ und $N(16010 \text{ a}) = 12,5 \%$.
- $N(2000 \text{ a}) = 77,4 \%$, $N(8000 \text{ a}) = 35,6 \%$ und $N(20\ 000 \text{ a}) = 7,6 \%$
- $N(9327,5 \text{ a}) = 30 \%$, $N(17\ 838,8 \text{ a}) = 10 \%$ und $N(27\ 166,3 \text{ a}) = 3 \%$.

Aufgabe 9: Zerfallsgesetze

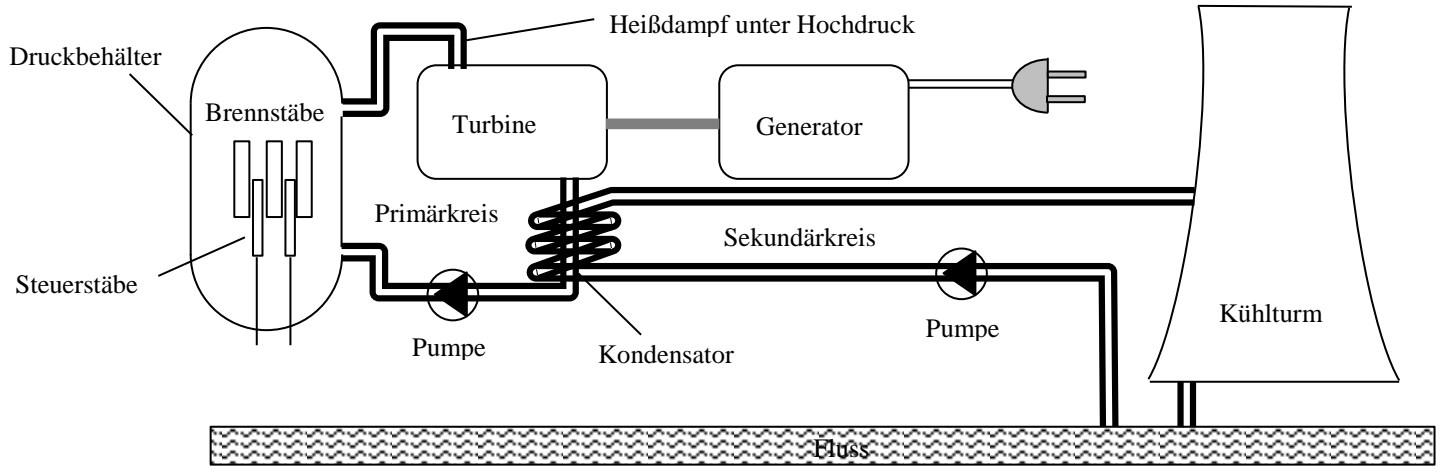
$$N(t) = 100 \% \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{22 \text{ m}}}$$

- $N(22 \text{ m}) = 50 \%$, $N(44 \text{ m}) = 25 \%$ und $N(66 \text{ m}) = 12,5 \%$
- $N(10 \text{ m}) = 73,0 \%$, $N(30 \text{ m}) = 38,9 \%$ und $N(90 \text{ m}) = 5,9 \%$
- $N(38,2 \text{ a}) = 30 \%$, $N(73,1 \text{ m}) = 10 \%$ und $N(111,3 \text{ m}) = 3 \%$.

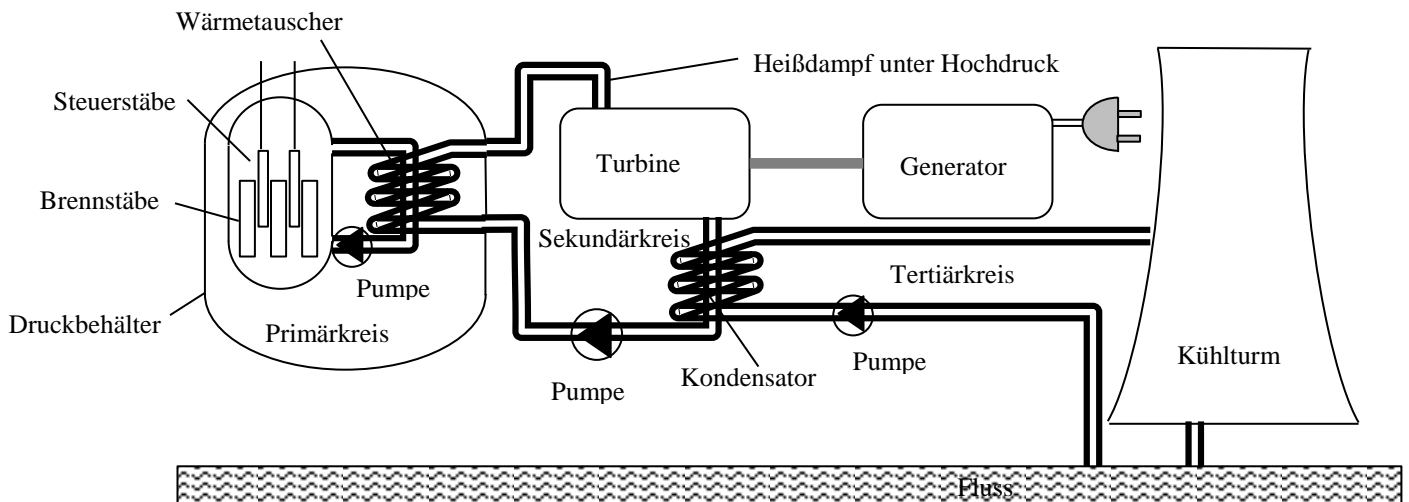
Aufgabe 10: Stromerzeugung mit radioaktivem Zerfall

- Der Steuerstab fängt Neutronen ein und bremst die Kettenreaktion, der Moderator bremst die Neutronen und fördert so die Kettenreaktion, da (zu) schnelle Neutronen keine Spaltung auslösen.
- siehe unten
- siehe unten

Aufgabe 10 b): Siedewassereaktor



Aufgabe 10 c) Druckwassereaktor

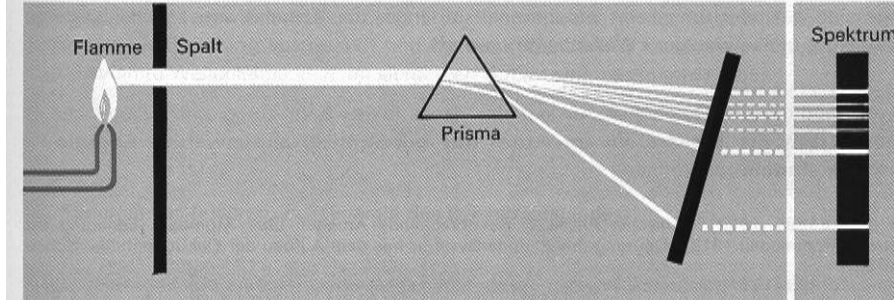


Aufgabe 11: Spektrale Zerlegung und Wellenmodell des Lichtes

- In der Reihe der Regenbogenfarben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau steigen Frequenz und Energiegehalt und die Wellenlänge nimmt ab.
- In der Reihe Radiowellen, Wärmestrahlung, sichtbares Licht, UV-Strahlung und Röntgenstrahlung nehmen die Wellenlänge ab und der Energiegehalt zu.
- Röntgenstrahlung schädigt Zellen und insbesondere Zellkerne tief im Gewebe und erzeugt Krebs. UV-Strahlung schädigt Zellen nur an der Oberfläche und erzeugt Sonnenbrand und schließlich Hautkrebs. IR-Strahlung erhöht nur die Teilchenbewegung und erzeugt Wärme.

Aufgabe 12: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

Das Licht heißen Natriumdampfes wird über eine Blende und eine Linse auf ein Prisma geleitet, das es in seine verschiedenen Farbkomponenten zerlegt, welche auf einem Schirm sichtbar gemacht werden:



Aufgabe 13: Linienspektren und Bohrsches Atommodell

mögliche Übergänge:

- a) ${}^1_1\text{H}$: Blau: $K \rightarrow M$, Grün: $K \rightarrow L$, Gelb: $K \rightarrow N$
- b) ${}^3_3\text{Li}$: Orange $L \rightarrow O$, Orange-Rot: $L \rightarrow N$, Rot: $L \rightarrow M$
- c) ${}^{11}_{11}\text{Na}$: Gelb: $M \rightarrow P$, Gelb-Orange: $M \rightarrow O$, Orange: $M \rightarrow N$

