

## Aufbau des Atomkerns

a) Gib an, aus wie vielen Protonen und Neutronen die Atomkerne von  $^{35}_{17}\text{Cl}$ ,  $^{37}_{17}\text{Cl}$  und  $^7_3\text{Li}$  bestehen.

b) Erkläre, was man unter Isotopen versteht.

Gib ein Beispiel an.

c) Im Periodensystem wird die Atommasse von Chlor mit 35,5 u angegeben. Erkläre.



a) [Die Ziffer unten links am Elementsymbol ist die Protonenzahl  $Z$ . Die Ziffer oben links ist die Nukleonenzahl  $A$ , also die Summe aus Protonenzahl  $Z$  und Neutronenzahl  $N$  ( $A = Z + N$ ).]

Damit folgt:  $^{35}_{17}\text{Cl}$  besteht aus  $Z = 17$  Protonen und  $N = A - Z = 35 - 17 = 18$  Neutronen;  $^{37}_{17}\text{Cl}$  (17 p, 20 n);  $^7_3\text{Li}$  (3 p, 4 n).

b) Isotope eines Elements besitzen die gleiche Protonenzahl  $Z$ , aber verschiedene Neutronenzahlen  $N$ . Bsp.:  $^{35}_{17}\text{Cl}$  und  $^{37}_{17}\text{Cl}$  ( $Z = 17$ ) besitzen verschiedene Neutronenzahlen ( $N = 18$  beziehungsweise 20).

c) Im Periodensystem wird die mittlere Masse der auf der Erde vorkommenden Cl-Atome angegeben. Diese sind ein Gemisch der Isotope  $^{35}\text{Cl}$  (75 %) und  $^{37}\text{Cl}$  (25%).

DB 3 16f

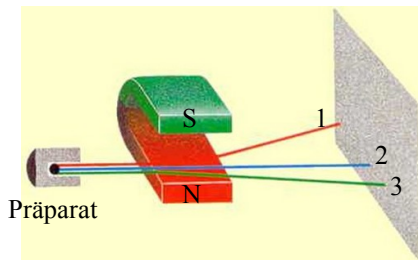
Atombau

## Ionisierende Strahlung

a) Nenne drei Arten ionisierender Strahlung und gib jeweils an, woraus sie bestehen.

b) Gib für jede der Strahlungsarten an, wie sie abgeschirmt werden kann.

c) Ordne die drei Strahlungsarten über ihre Ablenkung im Magnetfeld (Bild rechts) begründet zu.



a)  $\alpha$ -Strahlung besteht aus  $^4_2\text{He}$  - Kernen (2p und 2n). Sie ist folglich zweifach positiv geladen.  $\beta$ -Strahlung besteht aus Elektronen (negativ geladen), die den Kern verlassen.  $\gamma$ -Strahlung ist energiereiches Licht und damit ungeladen.

b)  $\alpha$ - ( $\beta$ -,  $\gamma$ -) Strahlung werden abgeschirmt durch ein Blatt Papier (ein dünnes Aluminiumblech, dicke Bleiplatten).

c) Bewegte, geladene Teilchen werden in einem Magnetfeld abgelenkt. Da (2) nicht abgelenkt wird, muss es sich um  $\gamma$ -Strahlung handeln. Die Ablenkung von 1 (3) wird mit der 3-Finger-Regel der linken (rechten) Hand für negative (positive) Ladungsträger bestimmt.

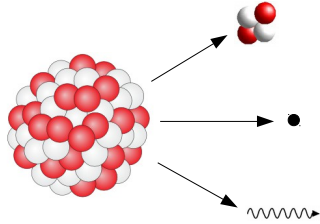
=> 1.  $\beta$ -Strahlung; (3.  $\alpha$ -Strahlung).

DB 3 18ff

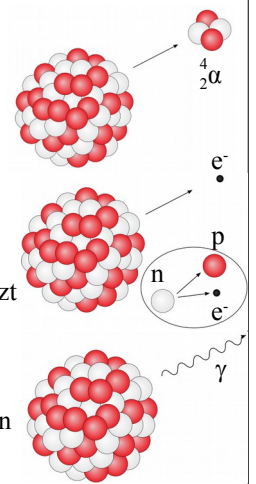
Strahlungsarten

Beschreibe die Vorgänge, die im Atomkern ablaufen, wenn, ...

a)  $\alpha$ -Strahlung, b)  $\beta$ -Strahlung c)  $\gamma$ -Strahlung ausgesendet wird.



a) Beim  $\alpha$ -Zerfall verliert der Atomkern zwei Protonen und zwei Neutronen. Es entsteht ein Kern mit einer um 2 niedrigeren Ordnungszahl  $Z$  und einer um 4 verminderten Nukleonenzahl  $A$ .  
 b) Beim  $\beta$ -Zerfall wandelt sich im Atomkern ein Neutron in ein Proton und ein Elektron um, welches den Kern verlässt. Der Tochterkern besitzt eine um 1 höhere Protonenzahl und die gleiche Nukleonenzahl.  
 c) Beim  $\gamma$ -Zerfall verliert ein angeregter Atomkern Energie, ohne dass sich  $Z$  und  $A$  ändern.

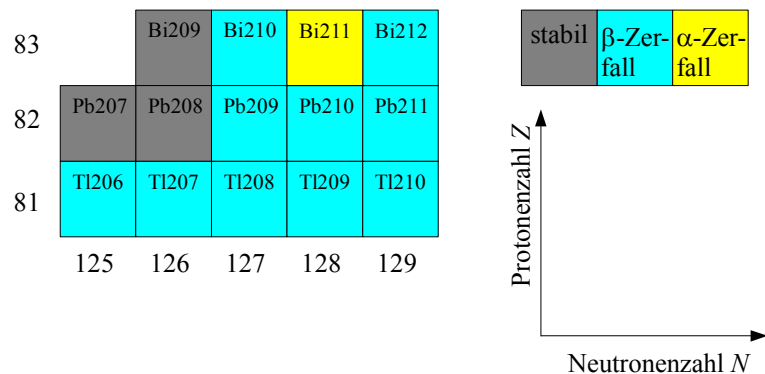


DB 318ff

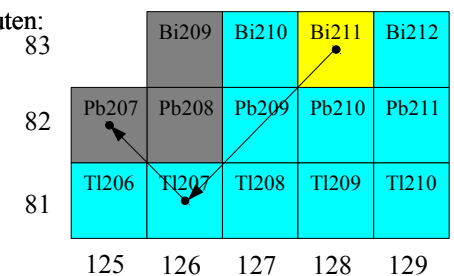
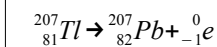
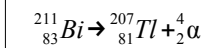
Strahlungsarten

Betrachte den radioaktiven Kern  $^{211}\text{Bi}$ .

Formuliere Zerfallsgleichungen bis zur Entstehung eines stabilen Endkerns.



Die Zerfallsgleichungen lauten:



[Der Mutterkern  $^{211}\text{Bi}$  ist radioaktiv. Er zerfällt unter Abgabe eines  $\alpha$ -Teilchens zum ebenfalls radioaktiven Tochterkern  $^{207}\text{Tl}$ .

$^{207}\text{Tl}$  ist ein  $\beta$ -Strahler. Im Kern wandelt sich ein Neutron in ein Proton und ein Elektron um. Das Elektron verlässt den Kern ( $\beta$ -Strahlung).

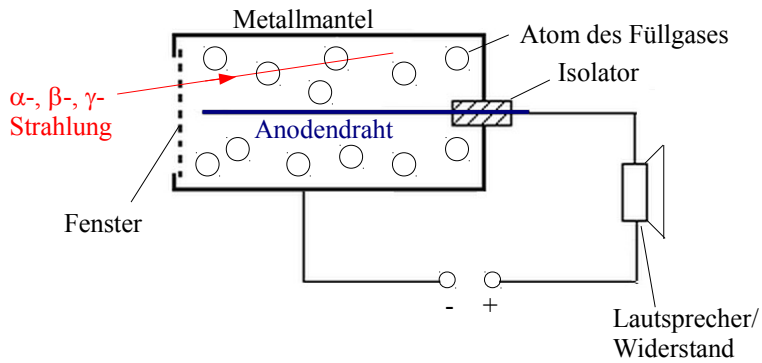
Es entsteht der stabile Endkern  $^{207}\text{Pb}$ .]

DB 386f (ganz hinten)

Zerfallsreihen

## Geiger-Müller-Zählrohr (GMZ)

Erkläre die im GMZ ablaufenden Vorgänge, wenn ionisierende Strahlung durch das Fenster eintritt.



- Strahlung tritt durch das Fenster von links in das GMZ ein.
- Im GMZ trifft die Strahlung auf Atome des Füllgases und löst pro Atom ein Elektron aus (Ionisation).
- Es entstehen Paare von Elektronen und positiv geladenen Ionen.
- Die positiv geladenen Ionen bewegen sich nach außen zum negativ geladenen Metallmantel, die Elektronen zum positiv geladenen Anodendraht.
- Die Elektronen gelangen vom Anodendraht über den Widerstand des Lautsprechers („Klick“) zur Quelle und von dort zum Metallmantel.
- Am Metallmantel neutralisieren die Elektronen die Ionen. Die ungeladenen Atome können nun erneut ionisiert werden.

DB 320

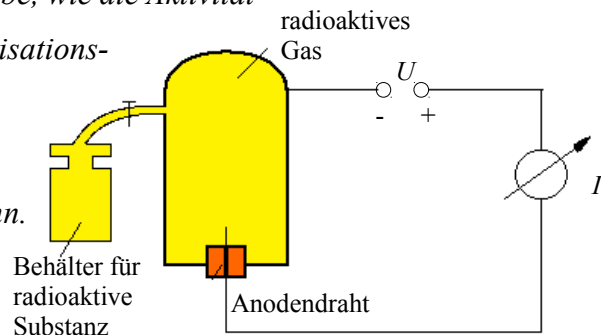
Geiger-Müller-Zählrohr

Mit der Ionisationskammer kann die Aktivität  $A$  eines radioaktiven Gases untersucht werden.

a) Gib an, was man unter der Aktivität versteht.

b) Beschreibe, wie die Aktivität

mit der Ionisationskammer gemessen werden kann.



- a) Die Aktivität  $A$  entspricht der Anzahl der Zerfälle je Zeiteinheit.
- b) Die Kammer ist mit Luft und einem radioaktiven Gas gefüllt. Zerfällt ein Kern des radioaktiven Gases, so wird ein Strahlungsteilchen frei, das genau wie im Geiger-Müller-Zählrohr Atome längs seines Weges ionisiert. (Im Gegensatz zum GMZ befindet sich die radioaktive Substanz bereits in der Kammer). Die dabei erzeugten Elektronen fließen über den positiv geladenen Anodendraht durch das Amperemeter und die Quelle zum Metallmantel der Ionisationskammer. Dort verbinden sie sich mit positiven Ionen des Füllgases. Dabei ist die vom Amperemeter angezeigte Stromstärke  $I$  proportional zur Aktivität  $A$  des radioaktiven Gases ( $I \sim A$ ).

DB 326

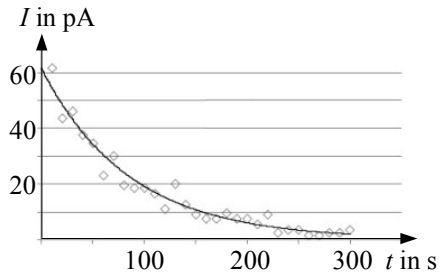
Ionisationskammer

## Halbwertszeit

Eine Ionisationskammer wird zur Zeit  $t = 0$  s mit radioaktivem Radon ( $^{220}\text{Rn}$ ) gefüllt. Das  $t$ - $I$ -Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Stromstärke.

a) Erkläre, weshalb die Stromstärke sinkt.

b) Gib an, was man unter der Halbwertszeit  $T_{1/2}$  versteht. Bestimme  $T_{1/2}$  für Radon-220.



- a) Zu Beginn befindet sich eine große Zahl  $N$  radioaktiver Kerne in der Ionisationskammer. Jeder Kern zerfällt mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit  $p$  in der folgenden Sekunde. Die Anzahl der Zerfälle in der ersten Sekunde ist das Produkt der Zerfallswahrscheinlichkeit  $p$  und der Anzahl  $N$  radioaktiver Kerne. Da die Anzahl radioaktiver Kerne (durch den Zerfall) sinkt, wird (auch bei konstanter Zerfallswahrscheinlichkeit  $p$ ) die Anzahl der Zerfälle in der Folgesekunde immer kleiner werden. Die Stromstärke sinkt.
- b) Die Halbwertszeit  $T_{1/2}$  ist diejenige Zeit, nach der sich die Anzahl der radioaktiven Kerne halbiert hat (hier:  $T_{1/2} = 60$  s).

DB 326

Halbwertszeit

## Abiaufgabe Leistungskurs: (Mit Periodensystem lösen)

Das Kohlenstoffisotop C-14 wird dazu genutzt, um archäologisch junge organische Materialien zu datieren.

- a) Das Kohlenstoffisotop C-14 ( $T_{1/2} \approx 6000$  Jahre) entsteht in der Atmosphäre aus dem Stickstoff der Luft durch Beschuss mit Neutronen, die Teil der Höhenstrahlung sind. Geben Sie die Reaktionsgleichung an.
- b) Bei einem Knochenfund wurde festgestellt, dass der C-14-Anteil nur noch 12,5% des heutigen beträgt. Bestimmen Sie das Alter des Knochenfundes.

- a) Dem Periodensystem entnimmt man die Protonenzahlen für Stickstoff ( $Z = 7$ ) und Kohlenstoff ( $Z = 6$ ). Damit ließe sich die Reaktionsgleichung  $^{14}_7\text{N} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{14}_6\text{C}$  formulieren. Diese Gleichung ist offensichtlich falsch, da die Nukleonenzahl und die Protonenzahl auf beiden Seiten identisch sein müssen. Ergänzung eines Protons liefert die korrekte Reaktionsgleichung:  $^{14}_7\text{N} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{14}_6\text{C} + ^1_1\text{p}$ .
- b) Zum Todeszeitpunkt ( $t = 0$ ) des Organismus beträgt die Aktivität 100% des heutigen Wertes, nach  $T_{1/2} = 6000$  Jahren 50%, nach  $2 \cdot T_{1/2} = 12000$  Jahren 25 %, und nach  $3 \cdot T_{1/2} = 18000$  Jahren 12,5 % des heutigen Wertes. Der Knochenfund ist 18000 Jahre alt.

<http://www.bildungserver-mv.de/download/abitur/abi-06-phys-1k.pdf>

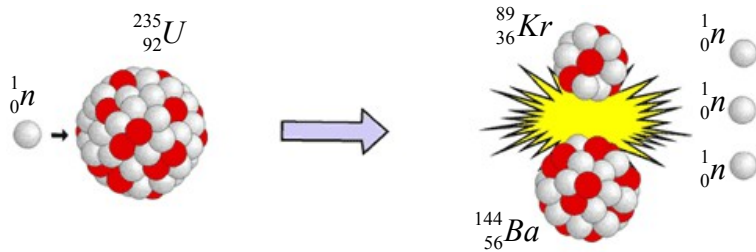
DB 327

Altersbestimmung

## Kernspaltungen

a) Nenne eine Anwendung der Kernspaltung.

b) Beschreibe die abgebildete Kernspaltung.



c) Gib die Reaktionsgleichung der abgebildeten Kernspaltung an.

a) 1. Kernkraftwerk      2. leider auch: Atombombe

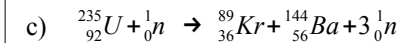
b) • Ein (langsam)es Neutron trifft auf einen  ${}^{235}\text{U}$ -Kern.

• Bei der Anlagerung des Neutrons wird Energie frei, die zur Spaltung des Kerns führt.

• Es entstehen zwei Spaltkerne (hier:  ${}^{89}\text{Kr}$  und  ${}^{144}\text{Ba}$ ) sowie drei Spaltneutronen.

• Auf Grund ihrer hohen positiven Ladung stoßen sich die Spaltkerne stark ab. Dadurch werden sie beschleunigt und erhalten große Bewegungsenergien.

• Die Bewegungsenergie der Spaltkerne entspricht der bei einer Kernspaltung frei werdenden Energie.



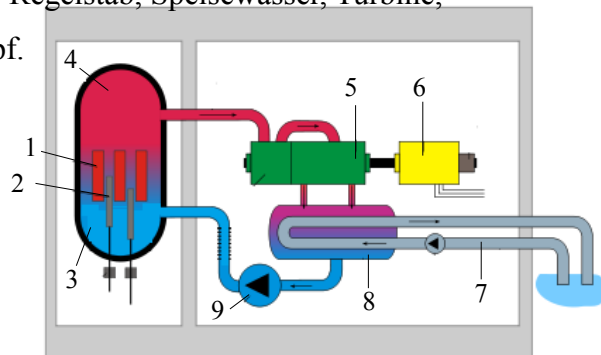
DB 334

Kernspaltung

## Aufbau eines Kernkraftwerks

Ordne den Nummern die folgenden Begriffe zu:

Generator, Kondensator, Uran-Brennelement, Pumpe, Kühlwasser, Regelstab, Speisewasser, Turbine, Wasserdampf.



1. Uran-Brennelement (Kernenergie → Wärme → Bewegungsenergie)

2. Regelstab      3. Speisewasser. 4. Wasserdampf 5. Turbine

6. Generator (Bewegungsenergie → elektrische Energie)

7. Kühlwasser

8. Kondensator (Wasserdampf wird verflüssigt)

9. Pumpe

DB 336f

Kernkraftwerke