

## Lösungen zur Aufgabensammlung

### Tschernobyl-Unfall 1986

(a) Die Masse des radioaktiven Iod-131 nimmt pro Tag um 8% ab.

Wie viel Milligramm sind nach 10 Tagen noch vorhanden, wenn es ursprünglich 100 mg waren?

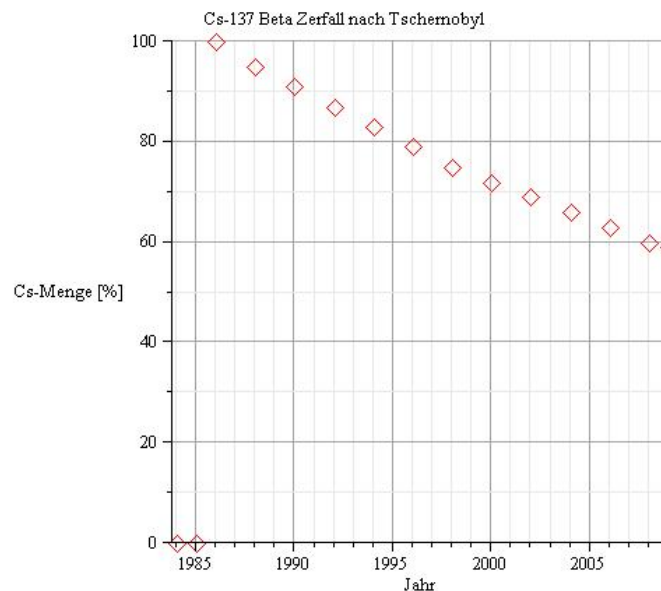
Lösung: Nach einer Abnahme von 8% sind noch 92% vorhanden. Somit ist der Anfangsbestand von 100 mg nach einem Tag auf 92 mg gesunken. Nach zwei Tagen sind von den 92 mg wiederum nur noch 92% vorhanden. Nach 10 Tagen hat sich die Menge auf  $100 \text{ mg} \cdot 0.92^{10} \approx 43 \text{ mg}$  verringert.

(b) Caesium-137 hat eine Halbwertszeit von 30 Jahren.

Welcher Anteil (in Prozent) der anfangs vorhandenen Menge Caesium-137 ist heute noch vorhanden?

Der Unfall fand im Jahr 1986 statt, das war vor 23 Jahren. Anfangsbestand war 100%. Mit der Halbwertszeitformel ergibt sich so der heutige Bestand zu  $100\% \cdot 2^{-\frac{23}{30}} \approx 59\%$ . Es sollte immer noch mehr als die Hälfte des beim Unfall ausgetretenen Stoffes vorhanden, was ja mit der Tatsache übereinstimmt, das erst im Jahr 2016 eine Halbwertszeit verstrichen ist.

(c) Zeichne ein Diagramm für das Caesium-137 für die letzten 25 Jahre!



Die Jahre 1984 und 1985 liegen noch vor dem Unfall, sodass hier 0% eingetragen sind und im Jahr 1986 startet die Menge bei 100%.

## Experiment mit Blei-211

(a) *Entnimm dem Bild die Halbwertszeit von Blei-211.*

Hier sollte einem unbedingt auffallen, dass die Zeichnung zum Ablesen der Halbwertszeit miserabel ist. Man muss erst einmal Linien einzeichnen...

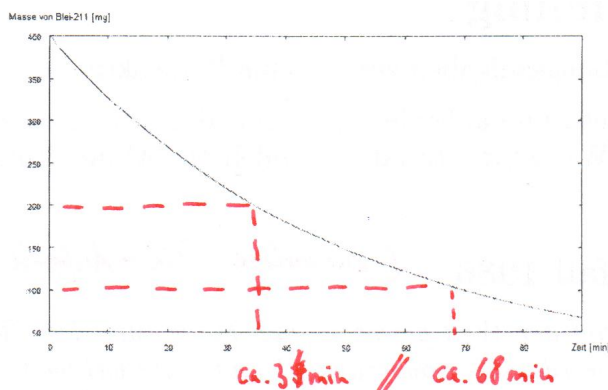


Abbildung 1: Messdaten zu einem Pb-211-Zerfalls.

Und so findet man für die Halbwertszeit  $T_{1/2} \approx 34$  min. Literaturwert ist übrigens  $T_{1/2} = 36.1$  min.

(b) *Gib die Zerfallsgleichung an!*

Mit der gefundenen Halbwertszeit können wir allgemein angeben:

$$B(t) = B(0) \cdot 2^{-\frac{t}{34}}$$

wobei  $t$  in Minuten einzusetzen ist bei bekanntem Anfangsbestand  $B(0)$ .

(c) *Wie könnte man die Halbwertszeit genauer bestimmen? Ideen?*

Eigentlich haben wir noch gar nicht besprochen, wie man die Halbwertszeit überhaupt bestimmt! Es ist aber anschaulich; wir schauen, nach welcher Zeit nur noch die Hälfte da ist und das waren eben 34 min. Wir hätten aber auch schauen können, wann nur noch die Hälfte von 200 mg da ist, oder von vielleicht 150 mg. Das sollte eigentlich egal sein. Und so kann man auch seinen Wert verbessern! Man schaut mehrmals nach, was so rauskommt und nimmt dann den Mittelwert der abgelesenen Zeiten als Halbwertszeit.

## Experiment mit Protactinium-234

(a) *Entnimm dem Bild die Halbwertszeit. Versuche, dabei möglichst genau zu sein!*

Läuft wie in der Aufgabe vorher. Hier ist es besser abzulesen und wir finden  $T_{1/2} \approx 70$  s.

(b) *Gib die Zerfallsgleichung an!*

$$B(t) = B(0) \cdot 2^{-\frac{t}{70}}$$

und hier ist anders zur Aufgabe vorher  $t$  in Sekunden einzusetzen. Achtet jeweils darauf!

## Verständnisfragen

(a) *Wieso gibt es auf der Erde fast kein natürliches Polonium?*

Die Halbwertszeiten der Polonium-Isotope sind extrem kurz, höchstens wenige Jahre. Die Erde ist aber fast 5 Mrd. Jahre alt und so sind zig Halbwertszeiten vergangen!

(b) *Die Erde ist etwa  $4.6 \cdot 10^9$  a alt. Wie alt ist das in Normaldeutsch? Gibt es Stoffe, die gerade mal eine Halbwertszeit hinter sich haben? Kennt Ihr ein Beispiel?*

Haben wir ja gerade in der Teilaufgabe vorher geklärt; es sind 4.6 Milliarden Jahre. Uran-238 hat beispielsweise eine Halbwertszeit von 4.468 Milliarden Jahre und so ist ziemlich genau die Hälfte des Anfangs auf der Erde zu findenden Uran-238 noch vorhanden, die andere Hälfte ist zerfallen.

(c) *Warum denkst Du, spricht man oft von der biologischen Halbwertszeit, wenn ein radioaktiver Stoff in einen Menschen gelangt ist? Vermutest Du, dass diese biologische Halbwertszeit etwa der realen entspricht, oder könnte sie deutlich darunter liegen?*

Naja, der Organismus scheidet ja auch Stoffe aus. Viele radioaktive Stoffe sind wasserlöslich und können über den Urin ausgeschieden werden. So verlassen viele Kerne den Körper, bevor sie zerfallen und so wird die biologische Halbwertszeit immer und meist sogar wesentlich kleiner sein als die echte Halbwertszeit.