



Willkommen im Forscherteam!



Vor euch steht ein Isotopengenerator. Darin befindet sich das primordiale, radioaktive Isotop Uran-238. Dieses zerfällt in eine der drei natürlichen Zerfallsreihen. Durch die Messung der Halbwertszeit sollt ihr eines der Folgeprodukte aus dieser Zerfallsreihe bestimmen.

In dem Isotopengenerator befinden sich zwei Flüssigkeiten, die sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Polarität nicht miteinander vermischen. Die untere Lösung ist eine wässrige Lösung, in der sich das Uran befindet. Die obere hingegen ist eine organische. In dieser reichert sich nach dem Schütteln das gesuchte Isotop an, da es sich im organischen besser löst. Eure Aufgabe besteht nun darin herauszufinden, um welches Isotop es sich handelt!

Zur Vorbereitung auf das Experiment solltet ihr euch zwei Videos angeschaut haben. Falls ihr bei der Auswertung Fragen habt, nutzt noch einmal die beiden Videos:

**Die Halbwertszeit**



<https://youtu.be/udX0ilurhXg>

**Exkurs Logarithmus**



[https://youtu.be/e\\_9LVETOZOo](https://youtu.be/e_9LVETOZOo)

### **Material:**

- Isotopengenerator
- Inspector
- Halterung
- Uhr

## Versuchsaufbau:

Baut den Versuch so auf, wie er in der Abbildung dargestellt wird. Achtet darauf, dass der Isotopengenerator möglichst nah am Messfenster des Inspectors steht.



## Durchführung des Experiments:



1. Verteilt untereinander folgende Aufgaben: Zeitansager:in, Messwertableser:in und Messwertprotokollant:in. Bei mehr als 3 Personen pro Gruppe kommt die Aufgabe ‚Inspector bedienen‘ hinzu. Bei 3 Personen übernimmt eine:r von euch zwei Aufgaben. Bereitet euch entsprechend auf eure Aufgabe vor!
2. Schüttelt den Isotopengenerator für 15-20 Sekunden. Achtet darauf, dass ihr dabei mindestens einen Finger am oberen und unteren Ende des Isotopengenerators habt.
3. Stellt den Isotopengenerator zurück in die vorgesehene Halterung und startet sofort eure Messung:

► Schaltet den Inspector ein und startet gleichzeitig die Stoppuhr. Nach **30s** notiert ihr die angezeigte Impulsrate [z].

► Nun legt ihr **30s** Messpause ein, in der ihr den Inspector ausschaltet. Nach Ablauf der Pause schaltet ihr den Inspector wieder ein und messt die Impulsrate für die nächsten **30s**.

► Führt die Messung so lange durch, bis sich die Impulsrate nicht mehr deutlich verändert. Ihr solltet dann noch ungefähr 6 annähernd gleiche Messwerte der Impulsrate aufnehmen. Die gesamte Messung sollte mind. 690s bzw. 11,5 min dauern.

4. Tragt eure Impulsraten in folgende Tabelle ein. Lasst die letzte Spalte zunächst frei.



Zeit $t$ [s]	Impulsrate $z$	$z - z_0$
30		
90		
150		
210		
270		
330		
390		
450		
510		
570		
630		
690		
750		
810		

## Die Nullrate $z_0$ bestimmen:

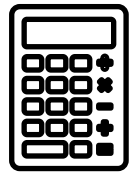
Die Nullrate (auch Nulleffekt oder Untergrundmessung genannt) gibt die gemessene Rate der Umgebungsstrahlung an. Verursacht wird diese z. B. durch natürliche Strahlung, die aus der Erde (terrestrisch) oder dem Weltraum (kosmisch) kommen kann. Beim Experimentieren muss die gemessene Impulsrate  $z$  um die Nullrate  $z_0$  korrigiert werden, um auch die tatsächliche Impulsrate der Strahlungsquelle zu erhalten.

Ihr erhaltet die Nullrate, indem ihr den Mittelwert aus den Impulsraten bildet, bei denen sich der gemessene Wert nur noch geringfügig ändert. Deshalb solltet ihr am Ende der Messung noch ungefähr 6 annähernd gleiche Messwerte der Impulsrate aufnehmen.

Bestimmt die tatsächliche Impulsrate, indem ihr die Nullrate von der gemessenen Impulsrate abzieht ( $z - z_0$ ) und tragt die Werte in die letzte Spalte der Tabelle ein.

## Auswertung:

Um die Halbwertszeit zu bestimmen, führt ihr zunächst eine exponentielle Regression der aufgenommenen Messwerte durch. Falls ihr dabei Unterstützung braucht, seht euch nochmal das Video zur Halbwertszeit an.



**Schritt 1:** Erstellt mit eurem Taschenrechner, Laptop oder iPad eine Tabelle der Messwerte. In die erste Spalte werden die Zeiten  $t$  in [s] als x-Werte eingetragen. In die zweite Spalte fügt ihr die Impulsraten abzüglich der Nullraten ( $z - z_0$ ) als y-Werte ein.

**Schritt 2:** Führt anschließend exponentielle Regression durch und schreibt die Gleichung der Regressionskurve der Form  $f(t) = a \cdot b^t$  heraus.



**Schritt 3:** Setzt den errechneten Wert der Regressionskurve für  $b$  in den Term  $-\ln(b) = \lambda$  ein und berechnet den Wert für die Zerfallskonstante  $\lambda$  in  $\left[\frac{1}{s}\right]$ .

**Schritt 4:** Setzt den errechneten Wert für  $\lambda$  in den Term  $T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$  ein und berechnet die Halbwertszeit.

**Tipp:** Für den Fall, dass eure Software mit der exponentiellen Regression in Form von  $f(t) = a \cdot e^{-\lambda \cdot t}$  arbeitet, kann der Wert der Zerfallskonstante direkt abgelesen und in die Gleichung  $T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$  eingesetzt werden.

### Zusammenfassung:

Überlegt euch innerhalb der Gruppe eine Definition des Begriffs „Halbwertszeit“:

Die Halbwertszeit gibt an, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.