

Atom- und Kernphysik

Umweltradioaktivität

Einführung in die Radioaktivität

Anzahl der Impulse N und
Zählrate R

Lehrerblatt

Aufgabe

Aus der Anzahl der gemessenen Impulse N bei einer Messzeit t die Zählrate R bestimmen.

Versuchsziel:

Erkennen, dass die Zählrate gleich bleibt bei unterschiedlichen Messzeiten.

Aufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau

Geräte

1	559 012	Großflächenzählrohr
1	559 014	Halter für Großflächenzählrohr
1	575 471	Zählgerät S
1	559 460	Knopfstrahler
1	559 465	Halter für Knopfstrahler
1	460 84	Präzisionsmetallschiene

Sicherheitshinweise

Der Knopfstrahler ist ein Freigrenzenpräparat, das in geringem Maße ionisierende Strahlung abgibt. Er ist ungefährlich und darf von Schülern in Versuchen benutzt werden. Beim Experimentieren mit radioaktivem Material ist neben weiteren länderspezifischen Auflagen, z.B. der Strahlenschutzverordnung (StriSchV) in der Bundesrepublik Deutschland, insbesondere auf zügiges Arbeiten, Abschirmung und großen Abstand zu achten (siehe dazu Gebrauchsanweisung 559 460).

Durchführung

1. Versuchsaufbau gemäß Abb. 1 vorbereiten.
2. Großflächenzählrohr an das Zählgerät anschließen.
3. Knopfstrahler in 1 cm Abstand von Großflächenzählrohr aufbauen.
4. Messzeit von 10 s durch Betätigen der Taste „GATE“ wählen.
5. Messung durch Betätigen der Taste „START“ starten.
6. Nach Ablauf der Messzeit die Anzahl der Impulse N in Tabelle 1 eintragen.
7. Messung für die Messzeiten 60 s und 100 s wiederholen.
8. Zählrate als Anzahl der Impulse in einer Minute berechnen: Zählrate $R = \frac{N}{t} \cdot 60$ und in Tabelle 1 eintragen.
9. Versuchsaufbau unverändert weiterverwenden.
10. Messzeit von 60 s durch Betätigen der Taste „GATE“ wählen.
11. Messung durch Betätigen der Taste „START“ starten.
12. Nach Ablauf der Messzeit die Anzahl der Impulse N in Tabelle 2 eintragen.
13. Messung 10-mal durchführen.
14. Zählrate bestimmen und in Tabelle 2 eintragen.

Messung und BeobachtungTabelle 1: Anzahl der Impulse N und Zählrate R bei unterschiedlichen Messzeiten t

Messzeit	Anzahl der Impulse	Zählrate
t / s	N	$R / \frac{1}{\text{min}}$
10	83	498
60	473	473
100	858	514

Tabelle 2: Anzahl der Impulse N und Impulsrate R bei gleicher Messzeit t (60 s)

Messung	Anzahl der Impulse	Zählrate
	N	$R / \frac{1}{\text{min}}$
1	473	473
2	453	453
3	512	512
4	511	511
5	482	482
6	487	487
7	459	459
8	474	474
9	504	504
10	508	508

Auswertung

15. Bestimme mit Hilfe der Messungen die fehlenden Werte in Tabelle 3.

Tabelle 3: Berechnung der Zählrate auf unterschiedliche Arten

Mittelwert der Zählrate $\frac{\text{Summe der Zählraten}}{\text{Anzahl der Messungen}}$	$\bar{R} = \frac{\sum R}{10}$	486	$\frac{1}{\text{min}}$
Gesamtanzahl der Impulse Summe der Anzahlen der Impulse	$\sum N$	4863	
Zählrate $\frac{\text{Gesamtanzahl der Impulse}}{\text{Gesamtmesszeit}}$	$R = \frac{\sum N}{10 \cdot t}$	486	$\frac{1}{\text{min}}$
Mittelwert der Anzahlen der Impulse $\frac{\text{Gesamtanzahl der Impulse}}{\text{Anzahl der Messungen}}$	$\bar{N} = \frac{\sum N}{10}$	486	
Zählrate $\frac{\text{Mittelwert der Anzahl Impulse}}{\text{Messzeit}}$	$R = \frac{\bar{N}}{t}$	486	$\frac{1}{\text{s}}$

16. Wie verhält sich die Zählrate R bei unterschiedlichen Messzeiten t ?

Die Zählrate R ist jeweils etwa gleich groß.

17. Wie verhält sich die Anzahl der Impulse N bzw. die Zählrate R bei mehreren Messungen mit gleicher Messzeit t (Tabelle 2)?

Die Anzahlen der Impulse N bzw. Zählraten R sind etwa gleich groß.

18. Wie lässt sich erklären, dass die Zählraten R (bzw. die Anzahlen der Impulse N bei gleicher Messzeit t) nicht genau gleich sind?

Durch die Aussendung der Strahlung in ungleichen Abständen werden in gleichen Zeiten unterschiedliche

Anzahlen der Impulse gemessen.

19. Wie kann bei unterschiedlichen Messungen die mittlere Zählrate bestimmt werden (Tabelle 3)?

Die Zählrate kann entweder aus

dem Mittelwert der Zählraten der Einzelmessungen

dem Quotienten aus der Gesamtanzahl der Impulse und der Gesamtmesszeit

dem Quotienten aus dem Mittelwert der Anzahl der Impulse und der Messzeit berechnet werden.

Hinweis:

Bei der Berechnung der Zählrate = $\frac{\text{Anzahl } N \text{ der Impulse}}{\text{Zeit } t}$ ist es physikalisch nicht sinnvoll, die Impulse in einer

Sekunde zu berechnen, da in diesem Fall Dezimalzahlen entstehen, die man mit einem Geigerzähler nicht messen kann. Außerdem lässt sich in diesem Fall die Zählrate leicht mit der Aktivität verwechseln, die auch in der Einheit s^{-1} angegeben wird. Die Aktivität in Becquerel ($1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$) gibt an, wie viel Zerfälle in 1 s in der Probe stattfinden. Die Zählrate gibt nur die Anzahl der Zerfälle an, die in 1 s im Zählrohr des Geigerzählers registriert werden. Um die Zählrate über einen Geigerzähler bestimmen zu können, ist ein Kalibrierfaktor notwendig, der u.a. vom Isotop abhängt, das zerfällt.