

M. PETER METTENLEITER
HELMUT J.M. ROTTLER

RADIOAKTIVITÄT

ARBEITSHEFT

2., verbesserte Auflage

Verfasser: M. Peter Mettenleiter
85276 Pfaffenhofen
und
Helmut J.M. Rottler
86633 Neuburg

Zeichnungen: Marco Jurešić

Gestaltung und Satz: MEKRUPHY GMBH
Schäfflerstraße 9
85276 Pfaffenhofen
Tel.: 08441 / 50420-0
Fax: 08441 / 50420-29
E-Mail: info@mekruphy.com
Internet: www.mekruphy.com
© 2008 MEKRUPHY GMBH

Druck: MDV Maristen Druck & Verlag GmbH
Landshuter Straße 2
84095 Furth

Dieses Arbeitsheft und alle darin enthaltenen Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede gesetzlich nicht zugelassene Nutzung (z. B. Verwertung durch Vervielfältigung oder Verbreitung) ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung der MEKRUPHY GMBH unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für die öffentliche Zugänglichmachung im Sinne des § 52a UrhG. Schulen haben hiervon abweichend das Recht zur Vervielfältigung durch Fotokopieren, jedoch ausschließlich in einem für den jeweiligen Unterrichtsgebrauch erforderlichen Umfang.

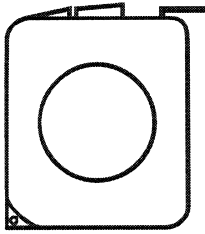
Die im vorliegenden Arbeitsheft enthaltenen Experimentieranleitungen wurden mit größter Sorgfalt für die Arbeit mit den entsprechenden Experimentiersätzen der MEKRUPHY GMBH entwickelt. Abweichungen von den Anleitungen können sowohl zur Beschädigung oder Zerstörung der Experimentiergeräte oder anderer Gegenstände als auch zu Personenschäden führen. Die MEKRUPHY GMBH haftet daher nicht für durch Abweichung von der Experimentieranleitung entstandene Schäden. Beim Experimentieren sind stets die jeweils geltenden Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht einzuhalten.

Inhalt**RADIOAKTIVITÄT**

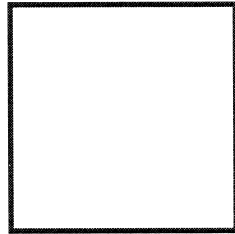
Impressum	2
Geräteübersicht	4
Vorwort	5
Strahlungsmessgerät „Inspector“	6
RA - 1: Nulleffekt und Nullrate	8
RA - 2: Statistische Streuung	10
RA - 3: Radioaktive Stoffe	12
RA - 4: Das Abstandsgesetz	14
RA - 5: Absorption 1	17
RA - 6: Absorption 2	19
RA - 7: Strahlungscharakteristik	23
RA - 8: Ablenkung im Magnetfeld	26
RA - 9: Die Halbwertszeit	30
RA - 10: Radioaktivität im Leitungswasser	32
RA - 11: Radioaktivität in der Luft	35
RA - 12: Die Äquivalentdosis	38
Anhang: Ergänzungen	41
Anhang: Vorlage 1	42
Anhang: Vorlage 2	43

Geräteübersicht

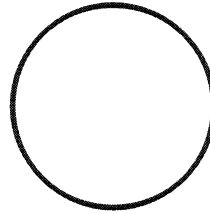
RADIOAKTIVITÄT



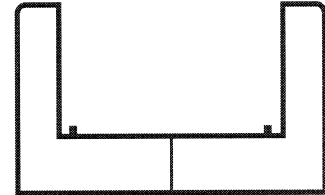
Maßband



Absorberplatte



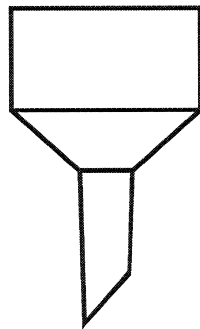
Runddose



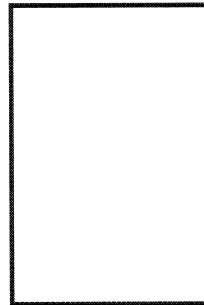
Messgeräthalter



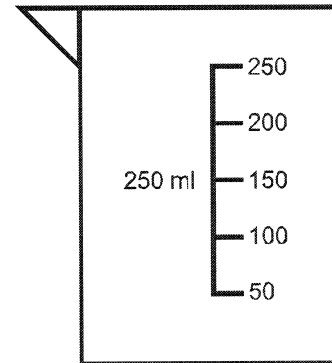
Pinzette



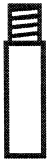
Büchnertrichter



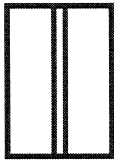
PVC-Platte



Becherglas



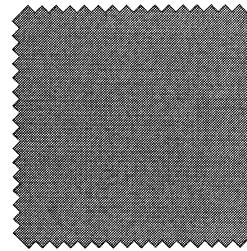
Stift mit Gewinde



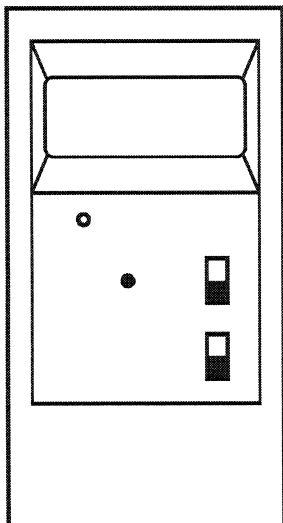
Plattenhalter



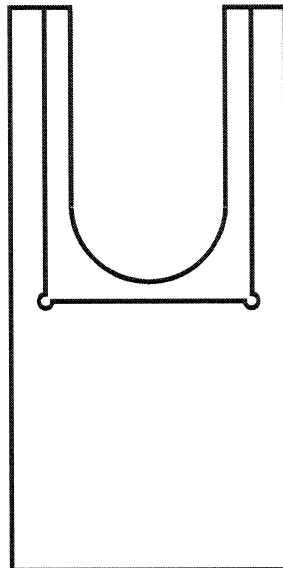
Reiter



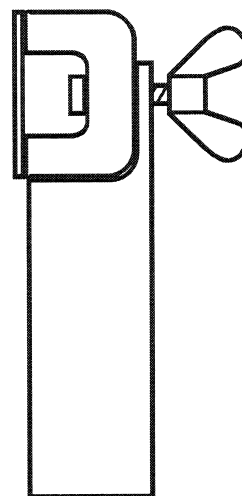
Wolltuch



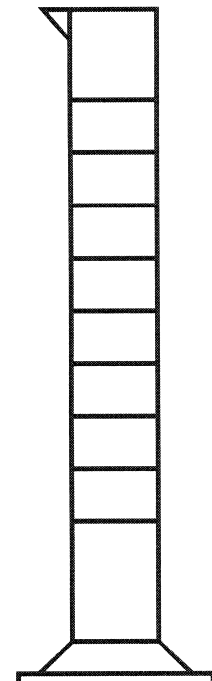
Strahlungsmessgerät „Inspector“



Probenhalter



Magnethalter mit U-Magnet



Messzylinder

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

die Radioaktivität ist eine Naturerscheinung wie das Fallen von Regentropfen, die elektrische Entladung bei Gewittern oder der Magnetismus. Die Anziehungskraft natürlicher Magnete ist relativ gering. Auch die radioaktive Strahlungsintensität der Stoffe, die Dich im Alltag umgeben, beispielsweise in der Luft, im Wasser oder im Boden, ist relativ klein. Technische Verfahren ermöglichen allerdings nicht nur die Herstellung von Magneten mit sehr großen Anziehungskräften, sondern auch die Freilegung von Stoffen, deren radioaktive Strahlungsintensität so hoch ist, dass sie die Gesundheit oder gar das Leben des Menschen gefährden können. Die radioaktiven Materialien, die Dir im vorliegenden Experimentiersatz zur Verfügung stehen, sind jedoch Stoffe mit einer derart geringen Strahlungsintensität, dass der Besitz oder Umgang mit ihnen gefahrlos und keinen gesetzlichen Beschränkungen unterworfen ist. Sie sind außerdem in Kunststoffdosen luftdicht eingeschlossen, so dass eine direkte Berührung oder eine radioaktive Verunreinigung der Umgebung unmöglich ist.

Die Geräte dieses Experimentiersatzes sind auf Seite 4 dieses Arbeitsheftes abgebildet und bezeichnet. Unter ihnen findest Du ein hochempfindliches Strahlungsmessgerät. Mit seiner Hilfe kannst Du fast alle wesentlichen Gesetze der Radioaktivität an Stoffen geringer Strahlungsintensität in spannenden Experimenten selbst erarbeiten und daraus lernen, wie man sich vor den Wirkungen starker radioaktiver Strahlung schützen kann.

Damit die Experimente nicht nur Dir, sondern auch Deinen Mitschülerinnen und Mitschülern, die nach Dir arbeiten, immer ohne Probleme gelingen, solltest Du die folgenden Hinweise stets genau beachten:

- Lies die betreffenden Anleitungen in jedem Fall genau durch.
- Handle das Strahlungsmessgerät mit Sorgfalt. Auf keinen Fall darfst Du dieses hochwertige Instrument fallen lassen.
- Halte unbedingt das Strahlungsmessgerät vom U-Magneten fern: Es könnte beschädigt werden, da es ferromagnetische Teile enthält und der Magnet sehr stark ist.
- Achte darauf, dass die Dosen unbeschädigt bleiben.

Wir wünschen Dir nun viel Freude und Erfolg beim Experimentieren! An dieser Stelle bedanken wir uns sehr herzlich bei allen Damen und Herren sowie allen Schülerinnen und Schülern, die bei der Erprobung des Experimentiersatzes und der Experimente mitgewirkt haben. Unser besonderer Dank gebührt Herrn Prof. Dr. Henning von Philipsborn von der Universität Regensburg und Herrn Rudolf Geipel, Regensburg, für wertvolle Anregungen und Hinweise, s. auch Seite 32.

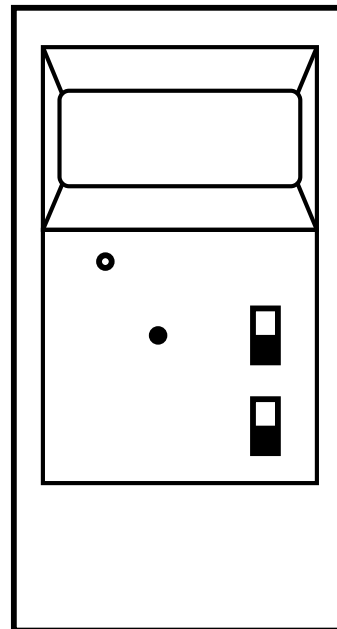
M. Peter Mettenleiter
Helmut J.H. Rottler

Strahlungsmessgerät „Inspector“**RADIOAKTIVITÄT****Einführung:**

Für nahezu alle Experimente wirst Du das hochwertige, empfindliche Strahlungsmessgerät „Inspector“ verwenden. Um eine Beschädigung des Gerätes zu vermeiden, solltest Du die folgende Einführung in die Handhabung genau lesen.

Allgemeine Hinweise:

- ↪ Fasse das Messgerät immer seitlich an der Riffelung an, so dass das kreisförmige Gitterfenster auf der Geräterückseite nicht berührt wird.
- ↪ Halte scharfkantige Gegenstände und den U-Magneten vom Gitterfenster fern.
- ↪ Berühre auf keinen Fall die Fenstermembran hinter dem Gitterfenster, vor allem nicht mit spitzen Gegenständen.
- ↪ Schütze das Gerät vor Nässe und längerer Sonneneinstrahlung.



Betriebsart-Schalter

Haupt-Schalter

Schalter:

Das Strahlungsmessgerät „Inspector“ besitzt drei Schalter, zwei auf der Vorderseite und einen auf der Stirnseite.

Betriebsartschalter:

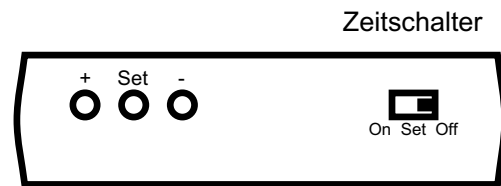
Der obere der beiden Schalter auf der Vorderseite des Strahlungsmessgerätes bestimmt die Betriebsart, die das Messgerät ausführen soll. Wenn nichts anderes angegeben ist, muss dieser Schalter immer auf „Total/Timer“ stehen, das bedeutet: Das Gerät zählt die Strahlungsimpulse in der vorgegebenen Zeit.

Hauptschalter:

Mit dem unteren Schalter auf der Vorderseite des Strahlungsmessgerätes kannst Du nicht nur das Messgerät ein- oder ausschalten, sondern auch wählen, ob die Impulszählung stumm oder durch akustische Signale (Schalterstellung „Audio“) erfolgen soll.

Strahlungsmessgerät „Inspector“**RADIOAKTIVITÄT****Zeitschalter:**

Mit dem Schalter auf der Stirnseite des Messgerätes kannst Du die Zeit vorgeben, innerhalb der die Impulse gezählt werden.



Zeitvorgabe
(Minus / Plus)

Praktischer Gebrauch:**Betrieb ohne Zeitvorgabe:**

- ↪ Vergewissere Dich, dass der Betriebsschalter auf „Total/Timer“ steht, der Zeitschalter auf „Off“.
- ↪ Stelle den Hauptschalter auf „On“. Nach einem Systemcheck (siehe Anzeigen im Display!) beginnt die Registrierung der Strahlung: Startanzeige „0“.
- ↪ Statt den Hauptschalter auf „On“ zu stellen, kannst Du ihn auch auf die Stellung „Audio“ bringen. Jeder Zählimpuls wird dann nicht nur durch ein Licht-, sondern auch durch ein Tonsignal begleitet. Wähle die „Audio“-Stellung aber nur, wenn Deine Lehrkraft es erlaubt.
- ↪ Stelle am Ende der Messung den Hauptschalter auf „Off“.

Betrieb mit Zeitvorgabe:

- ↪ Stelle sicher, dass der Betriebsschalter auf „Total/Timer“ steht.
- ↪ Stelle den Hauptschalter auf „On“. Nach einem Systemcheck (siehe Anzeigen im Display!) beginnt die Registrierung der Strahlung: Startanzeige „0“.
- ↪ Stelle den Zeitschalter auf „Set“ und gib mit den Knöpfen „+“ bzw. „-“ die gewünschte Messdauer ein. Sie wird auf dem Display angezeigt: Dabei gibt die zweistellige Ziffernanzeige rechts vom Doppelpunkt die Minuten an, die links vom Doppelpunkt die Stunden. Speichere Deine Eingabe durch Drücken des „Set“-Knopfes zwischen den Knöpfen „+“ und „-“.
- ↪ Stelle jetzt den Zeitschalter auf „On“. Die Impulszählung wird damit für die eingegebene Zeitdauer gestartet. Ein dreifacher Piepton signalisiert jeweils Beginn und Ende der Messung. Lies dann die Anzeige ab.
- ↪ Für eine neue Messung bei gleicher Zeitwahl brauchst Du nur den Zeitschalter auf „Off“ und anschließend langsam (!) über die Stellung „Set“ wieder auf „On“ zu stellen.
- ↪ Stelle am Schluss Deiner Experimente den Zeitschalter und den Hauptschalter immer auf „Off“.

Nulleffekt und Nullrate**RA - 1****Einführung:**

Du weißt schon, dass das Strahlungsmessgerät „Inspector“ ein sehr empfindliches Nachweisgerät für radioaktive Strahlung ist. Um mit ihm jedoch exakte Messungen durchführen zu können, musst Du berücksichtigen, dass das Messgerät auch Impulse anzeigt, wenn *kein* „radioaktiver Strahler“ in der Nähe ist. Diese allgegenwärtige Erscheinung bezeichnet man als *Nulleffekt*. Sie hat ihre Ursache in der so genannten Umgebungsstrahlung, die hauptsächlich aus der Luft, dem Erdboden, aus Baumaterialien, der Erdatmosphäre und aus dem Kosmos stammt. Bei allen Messungen an radioaktiven Stoffen musst Du den Nulleffekt in die Ergebnisse einbeziehen.

Im folgenden Experiment kannst Du den Nulleffekt an Deinem Arbeitsplatz bestimmen. Gleichzeitig lernst Du den Umgang mit dem Strahlungsmessgerät.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“

Messgeräthalter

Durchführung:

I

- ↪ Fasse das Messgerät seitlich an der Riffelung und nimm es aus dem Experimentierkasten. Stelle es im Messgeräthalter auf und entferne den Kasten mit den übrigen Geräten mindestens 1 m von Deinem Experimentierplatz.
- ↪ Führe die auf Seite 7 unter Punkt „Betrieb ohne Zeitvorgabe“ beschriebenen Arbeitsschritte aus,
 - das erste Mal mit Schalterstellung „On“,
 - das zweite Mal mit Schalterstellung „Audio“
 und beobachte dabei nicht nur die Display-Anzeige, sondern auch die rote Anzeigeleuchte.
- ↪ Stelle den Hauptschalter zum Schluss auf „Off“ und schreibe kurz auf, welche Beobachtungen Du gemacht hast:

Nulleffekt und Nullrate**RA - 1****II**

- ↪ Führe die Tätigkeiten aus, die auf Seite 7 unter Punkt „Betrieb mit Zeitvorgabe“ beschrieben sind. Wähle hierzu die Messdauer 4 Minuten.
- ↪ Trage Deinen Messwert in die Tabelle ein.
- ↪ Wiederhole die Messung viermal.
- ↪ Vergiss nicht, am Schluss Zeit- und Hauptschalter auf „Off“ zu stellen.

Tabelle:

Impulse / 4 Minuten					
Nullrate (Impulse / Minute)					
Mittelwert					

Auswertung:

- (1) Um eine einheitliche Basis für den Nulleffekt zu haben, gibt man ihn in Impulsen pro Minute an. Diesen Wert nennt man *Nullrate*. Berechne für jede der fünf Messungen die Nullrate (auf eine ganze Zahl gerundet) und trage Deine Ergebnisse in die Tabelle ein.
- (2) Bilde aus den fünf Werten für die Nullrate den Mittelwert und runde ihn auf eine ganze Zahl. Trage das Ergebnis in das grau unterlegte Feld der Tabelle ein. Wir werden es im nächsten Experiment benötigen.

Statistische Streuung**RA - 2****Einführung:**

Vielleicht hast Du bei der Auswertung des Experiments RA - 1 gedacht, dass sich die Nullrate bequemer bestimmen lässt, wenn man einfach die Anzahl der Impulse pro Minute misst. Ein solches Vorgehen setzt voraus, dass die vom Messgerät registrierten Impulse in gleichmäßiger Folge eingetroffen sind. Dies ist jedoch nicht der Fall, wie Dir das folgende Experiment zeigen wird: Die pro Minute gezählten Impulse unterliegen starken Schwankungen, ein Phänomen, das nicht nur bei der Radioaktivität auftritt. Man nennt dies *statistische Streuung* der Messwerte.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“

Messgeräthalter

Durchführung:

- ↪ Stelle das Strahlungsmessgerät im Messgeräthalter auf und Sorge dafür, dass der Experimentierkasten mit den übrigen Geräten mindestens 1 m von Deinem Experimentierplatz entfernt ist.
- ↪ Bereite das Messgerät auf die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor und wähle hierzu die Messdauer 1 Minute.
- ↪ Führe 24 Messungen durch und trage die Werte in die Tabelle 1 ein.
- ↪ Vergiss am Schluss nicht, Zeit- und Hauptschalter auf „Off“ zu stellen.

Tabelle 1:

Auswertung:

Wie Du siehst, streuen die Messwerte bei Deinem Experiment sehr stark. Um einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung dieser Werte zu erhalten, ordnet man sie in so genannte *Intervalle* ein.

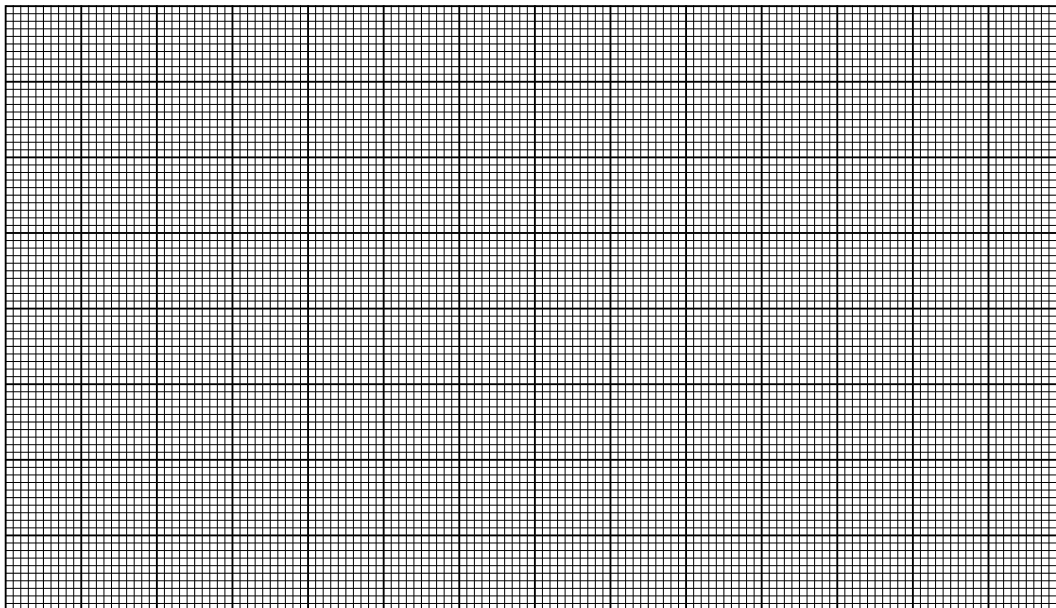
- (1) Suche in Tabelle 1 den höchsten erreichten Messwert (zum Beispiel: 43) und ergänze ihn auf die nächstgrößere Zehnerzahl (in unserem Beispiel: 50). Diese Zahl bezeichnen wir mit a . Dividiere den Wert von a durch 10. Der sich ergebende Quotient $a : 10$ ist die *Intervallbreite* z . In unserem Beispiel ist $z = 5$.

Statistische Streuung**RA - 2**

- (2) Trage die entsprechenden Intervalle $1 - z$ (lies: „Eins bis Zet“), $(z+1) - 2z$, $(2z+1) - 3z$, ... in die Tabelle 2 ein. In unserem Beispiel sind dies die Intervalle $1 - 5$, $6 - 10$, $11 - 15$,
- (3) Zähle in Tabelle 1 für jedes Intervall ab, wie oft Messwerte innerhalb des Intervalls auftreten und trage diese Anzahl n in die Tabelle 2 ein.
- (4) Trage n gegen die zugehörigen Intervalle in einem Säulendiagramm auf.

Tabelle 2:

Intervall										
Anzahl n der Messwerte										



- (5) Kennzeichne mit Farbe das Intervall in Deinem Diagramm, das den Durchschnittswert der Nullrate von Experiment RA - 1 enthält.
- (6) Deute das Diagramm:

Radioaktive Stoffe

RA - 3

Einführung:

Stoffe, die radioaktive Strahlung aussenden, nennen wir *radioaktiv*. Im folgenden Experiment kannst Du die Strahlungsintensität von radioaktiven Materialien untersuchen, die sich in Deinem Experimentierkasten befinden. Um die Stärke ihrer „Aktivität“ miteinander vergleichen zu können, ist es zweckmäßig, jeweils die Impulse pro Minute zu bestimmen. Entsprechend der Nullrate spricht man in diesem Fall von der *Impulsrate* der bei der Probe gemessenen Strahlung.

Wie Dir die bisherigen Experimente zeigen, ist die Ermittlung der Impulsrate umso genauer, je größer die Messdauer ist. Um das Experiment jedoch nicht allzu sehr zeitlich auszudehnen, wählen wir hier die Zeit 4 Minuten.

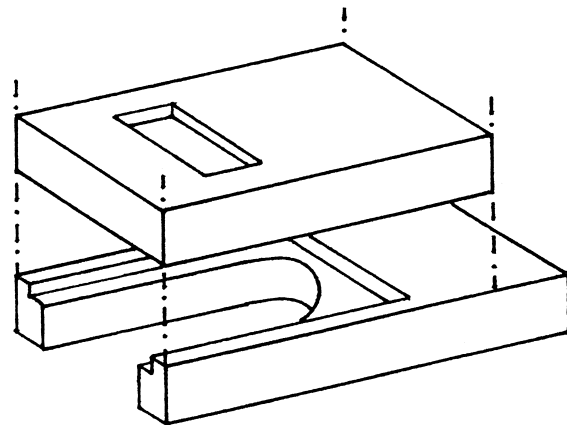
Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“
Probenhalter

Kaliumchlorid in Dose
Kunstdünger in Dose
Glühstrumpf in Dose

Durchführung:

- ↪ Lege den Probenhalter so auf den Tisch, dass der Rechteckausschnitt nach oben zeigt.
- ↪ Bereite das Messgerät auf die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor und stelle die Messdauer 4 Minuten ein.
- ↪ Lege das Messgerät so auf den Probenhalter, dass beide Teile an den Seiten und an der Stirnseite „bündig“ sind und das Display nach oben zeigt.
- ↪ Miss die Anzahl der Impulse für diese Zeit und trage den Wert unter „Nulleffekt“ in die Tabelle ein.
- ↪ Stecke die Dose mit dem Kaliumchlorid so in den Probenhalter, dass das blaue Beschriftungsfeld nach unten zeigt, und miss die Anzahl der Impulse in 4 Minuten. Trage den Messwert in die Tabelle ein.
- ↪ Wiederhole die Messung für die beiden anderen Proben.
- ↪ Vergiss nicht, zum Schluss Hauptschalter und Zeitschalter auf „Off“ zu stellen.



Radioaktive Stoffe**RA - 3****Tabelle:**

	Impulse / 4 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate (Nullrate subtrahiert)
Nulleffekt			-----
Kaliumchlorid			
Kunstdünger			
Glühstrumpf			

Auswertung:

- (1) Berechne für den Nulleffekt und jede der Proben die Impulsrate (Impulse pro Minute) und trage die Werte auf ganze Zahlen gerundet in die Tabelle ein.
- (2) Subtrahiere für jede Probe die Nullrate von der Impulsrate und trage Deine Ergebnisse unter „bereinigte Impulsrate“ in die Tabelle ein.
- (3) Welche der drei Proben ist am stärksten radioaktiv, welche am schwächsten?

Das Abstandsgesetz

RA - 4

Einführung:

Wenn man einer großen Gefahr ausgesetzt ist, versucht man intuitiv wegzulaufen. Im folgenden Experiment kannst Du untersuchen, ob diese Reaktion im Fall der Radioaktivität etwas nützt und nach welcher Gesetzmäßigkeit dies gegebenenfalls erfolgt.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“
 Probenhalter
 2 Reiter
 zusätzlich:

Messgeräthalter
 2 Stifte mit Gewinde
 Glühstrumpf in Dose
 Universalschiene
 Geodreieck

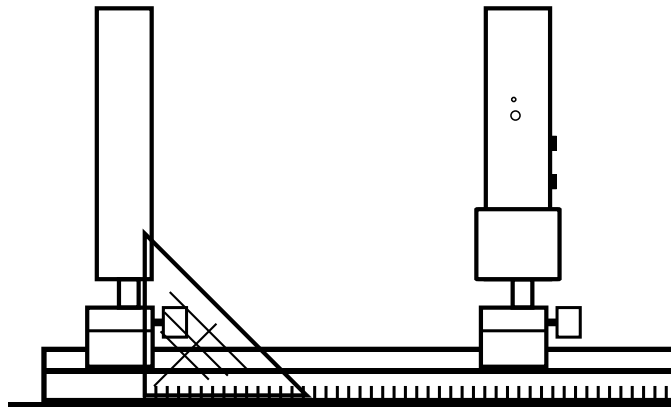
Aufbau:

↪ Schraube je einen Stift mit Gewinde in den Probenhalter und den Messgeräthalter und montiere sie in je einem Reiter auf die Schiene, den Probenhalter bei der Marke „0“, den Messgeräthalter bei der Marke „40“.

↪ Stecke die Dose mit dem Glühstrumpf so in den Probenhalter, dass das blaue Beschriftungsfeld dem Messgerät abgewandt ist.

↪ Justiere die Position des Probenhalters auf der Schiene so, dass die zum Messgerät zeigende Dosenwand genau über der Marke „0“ steht. Nimm anschließend die Dose wieder aus dem Halter und lege sie kurzzeitig in den Kasten zurück.

↪ Stecke das Messgerät so in den Messgeräthalter, dass sein Fenster zum Probenhalter zeigt, und verschiebe den Reiter solange, bis sich das Fenster direkt über der Marke „5“ befindet. Schraube dann den Reiter fest.



Durchführung:

↪ Bereite das Messgerät auf die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor. Wähle dabei die Messdauer 4 Minuten.

↪ Bestimme den Nulleffekt für diese Zeit und trage den Wert in die Tabelle 1 ein.

↪ Stecke die Dose mit Glühstrumpf wie vorhin in den Probenhalter und miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten. Trage den Wert in die Tabelle 2 ein.

Das Abstandsgesetz**RA - 4**

↪ Wiederhole die Messung für die Abstände 10 cm, 15 cm, ... , 40 cm.

Tabelle 1:

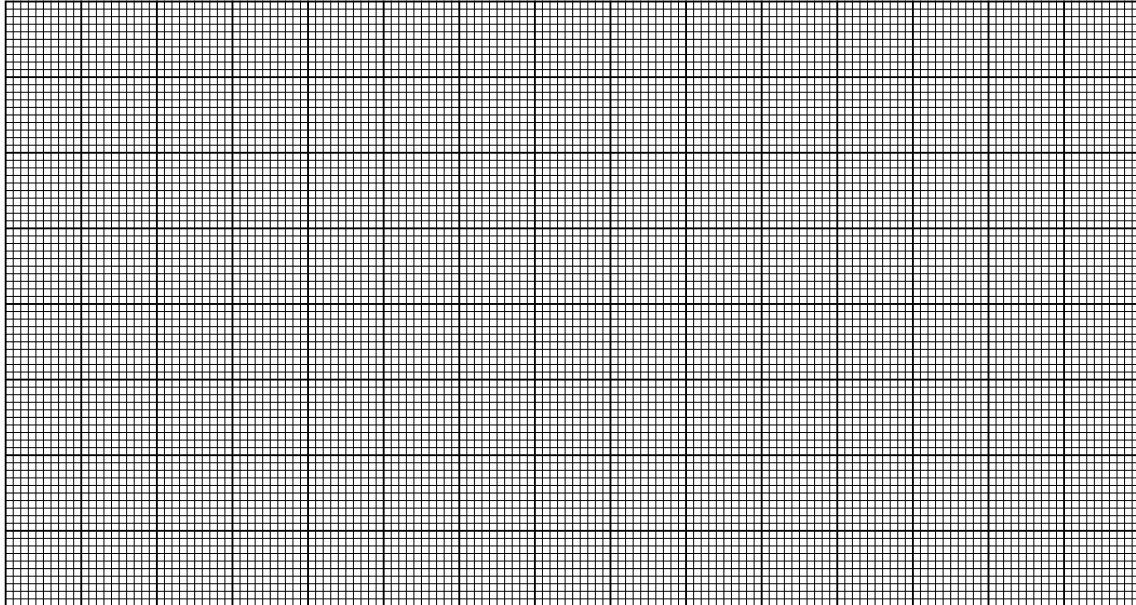
Nulleffekt (Impulse / 4 Minuten)	Nullrate

Tabelle 2:

Abstand d in cm	Impulse in 4 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate		
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					

Auswertung:

- (1) Berechne die Nullrate und trage den Wert in die Tabelle 1 ein.
- (2) Berechne für jeden Abstand die Impulsrate sowie die bereinigte Impulsrate und trage Deine Ergebnisse in die Tabelle 2 ein. Beachte, dass wir hier stets mit ganzen Zahlen rechnen.
- (3) Die bereinigten Impulsraten bezeichnen wir im Folgenden mit dem Symbolbuchstaben Z . Trage sie in einem $Z - d$ - Diagramm gegen den Abstand d graphisch auf. Wähle hierzu auf den Achsen geeignete Einheiten.
- (4) Offensichtlich nehmen die Impulsraten sehr stark mit der Entfernung ab. Prüfe daher rechnerisch, ob sie umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes sind. Berechne hierzu das Produkt $Z \cdot d^2$ und trage die Ergebnisse in die fünfte Spalte der Tabelle 2 ein.

Das Abstandsgesetz**RA - 4**

- (5) Möglicherweise sind für Dich die Ergebnisse der Teilaufgabe (4) nicht aussagekräftig genug. Sie lassen sich auch graphisch überprüfen. Berechne für jede Zeile den Quotienten $1 : \sqrt{Z}$, schreibe ihn in die sechste Spalte der Tabelle ein und trage diese Werte mit einer anderen Farbe in einem $(1 : \sqrt{Z}) - d$ - Diagramm auf. Verwende das obige Schaubild mit einer geeigneten $(1 : \sqrt{Z})$ - Achse.
- (6) Fasse Deine Resultate aus den Teilaufgaben (4) und (5) in Worte. Berücksichtige dabei auch die Abweichungen und versuche, eine Erklärung hierfür zu finden:

- (7) Mit diesem Experiment begegnet Dir eine erste Möglichkeit, Dich vor radioaktiver Strahlung hoher Strahlungsintensität zu schützen. Schreibe dies in Form eines Befehlssatzes nieder:

Absorption 1**RA - 5****Einführung:**

Falls bei einer großen Gefahr Weglaufen nicht möglich ist, gibt es eine zweite Art der spontanen Reaktion des Menschen: Er versucht, sich hinter schützenden Gegenständen oder Wänden zu verbergen. Im folgenden Experiment kannst Du untersuchen, ob es Materialien gibt, die radioaktive Strahlung schwächen, das heißt absorbieren können und welche Materialien sich gegebenenfalls am besten dafür eignen. Um leichter vergleichen zu können, haben die Materialproben jeweils die gleiche Dicke.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“	Probenhalter
Glühstrumpf in Dose	Holzplatte
Kunststoffplatte	Stahlplatte
Aluminiumplatte	Glasplatte

Aufbau und Durchführung:

- ↪ Lege den Probenhalter so auf den Tisch, dass der Rechteckausschnitt nach oben zeigt, und Sorge dafür, dass der Experimentierkasten mindestens 50 cm von Deinem Experimentierplatz entfernt ist.
- ↪ Bereite das Messgerät auf die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor und stelle die Messdauer auf 4 Minuten ein.
- ↪ Lege das Messgerät so auf den Probenhalter, dass es an den Seiten und an der Stirnseite mit ihm „bündig“ ist und das Display nach oben zeigt.
- ↪ Miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 1 ein.
- ↪ Stecke die Dose mit dem Glühstrumpf ganz in den Probenhalter und zwar so, dass das blaue Beschriftungsfeld unten liegt.
- ↪ Miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 2 ein.
- ↪ Lege die Holzplatte in den dafür vorgesehenen Ausschnitt des Probenhalters und achte darauf, dass sie den Glühstrumpf ganz bedeckt. Miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 2 ein.
- ↪ Wiederhole den letzten Arbeitsschritt für die übrigen Materialien.

Absorption 1**RA - 5****Tabelle 1:**

Nulleffekt (Impulse / 4 Minuten)	Nullrate

Tabelle 2:

Material	Impulse / 4 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate
ohne			
Holz			
Kunststoff			
Stahl			
Aluminium			
Glas			

Auswertung:

- (1) Berechne die Nullrate in Tabelle 1.
- (2) Berechne die Impulsrate und die bereinigte Impulsrate in Tabelle 2 zunächst für den Fall, dass keine Absorberplatte zwischen Glühstrumpf und Zählgerät liegt, anschließend für jedes der fünf Materialien.
- (3) Fasse Deine Ergebnisse in Worte:

Absorption 2**RA - 6****Einführung:**

In Experiment RA – 5 konntest Du erfahren, dass verschiedene Stoffe die radioaktive Strahlung unterschiedlich stark absorbieren. Dabei hatten die Materialproben gleiche Dicke. Hier stellt sich die Frage, ob die Dicke des Materials überhaupt einen Einfluss auf den Grad der Absorption hat und gegebenenfalls wie stark. Das folgende Experiment kann Dir hierauf eine Antwort geben.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“
Glühstrumpf in Dose

Probenhalter
Absorberplatten aus Presspapier

Aufbau und Durchführung:

- ↪ Lege den Probenhalter so auf den Tisch, dass der Rechteckausschnitt nach oben zeigt, und Sorge dafür, dass der Experimentierkasten mindestens 50 cm von Deinem Experimentierplatz entfernt ist.
- ↪ Bereite das Messgerät auf die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor und stelle die Messdauer auf 4 Minuten ein.
- ↪ Lege das Messgerät so auf den Probenhalter, dass es an den Seiten und an der Stirnseite mit ihm „bündig“ ist und das Display nach oben zeigt.
- ↪ Miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 1 ein.
- ↪ Stecke die Dose mit dem Glühstrumpf ganz in den Probenhalter und zwar so, dass das blaue Beschriftungsfeld unten liegt. Miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 2 ein.
- ↪ Lege eine Presspapierplatte in den dafür vorgesehenen Ausschnitt des Probenhalters. Miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 2 ein.
- ↪ Wiederhole den letzten Versuchsschritt für 2, 3, ... 7 Presspapierplatten.

Tabelle 1:

Nulleffekt (Impulse / 4 Minuten)	Nullrate

Absorption 2**RA - 6****Tabelle 2:**

Anzahl n der Platten	Impulse / 4 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate	
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

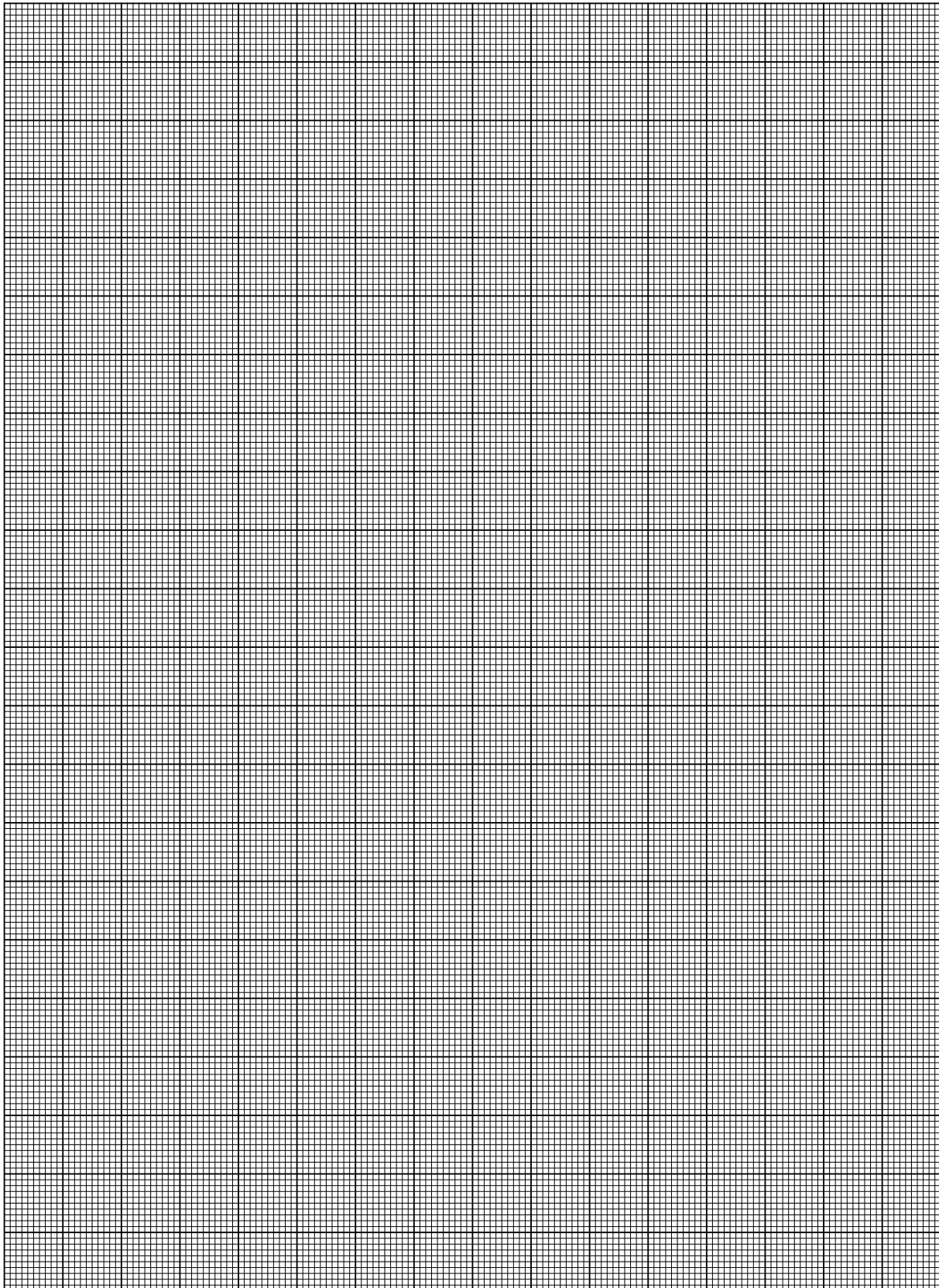
Auswertung:

- (1) Berechne die Nullrate in Tabelle 1.
- (2) Berechne die Impulsrate und die bereinigte Impulsrate in Tabelle 2 für jede Anzahl n der Presspapierplatten.
- (3) Trage die bereinigten Impulsraten Z in einem $Z - n$ - Diagramm gegen die Anzahl n der Presspapierplatten auf Seite 22 graphisch auf.
- (4) Auch wenn Dein Graph ähnlich aussieht wie der auf Seite 17, so ist die bereinigte Impulsrate *nicht* umgekehrt proportional zum Quadrat der Plattenzahl, d.h. zur Dicke des Materials, sondern folgt einem logarithmischen Gesetz. Selbst wenn Du den natürlichen Logarithmus nicht kennst, kannst Du das Wesentliche dieses Gesetzes graphisch erarbeiten:

Markiere im Diagramm auf der n – Achse mit Farbe jeweils die Anzahl der Platten (auch Bruchteile davon), bei der die bereinigte Impulsrate auf die Hälfte, den vierten Teil, achten Teil, ... abgesunken ist. Was fällt Dir auf?

Absorption 2

RA - 6



Absorption 2**RA - 6**

- (5) Die 7 Presspapierplatten haben zusammen die Dicke 7,0 mm. Berechne hieraus auf zwei geltende Ziffern die Dicke des Plattenmaterials, bei der die bereinigte Impulsrate jeweils auf die Hälfte abgenommen hat. Diesen Wert bezeichnet man als *Halbwertsdicke* d_H . Trage Deine Ergebnisse in die Tabelle 3 ein und berechne anschließend auch den Mittelwert Deiner Ergebnisse.

Tabelle 3:

d_{H1}	d_{H2}	d_{H3}	d_{H4}	d_H (Mittelwert)

Die Schritte (6) und (7) sind für den Fall vorgesehen, dass Du den natürlichen Logarithmus kennst. Andernfalls kannst Du bei Ziffer (8) weiterarbeiten.

- (6) Berechne für jeden Wert der bereinigten Impulsrate den natürlichen Logarithmus auf zwei Dezimalen und trage Deine Ergebnisse in die letzte Spalte der Tabelle 2 ein.
- (7) Trage die Logarithmuswerte $\ln Z$ gegen die Anzahl n der Platten in einer anderen Farbe graphisch auf. Verwende hierzu das Diagramm auf Seite 22 und wähle eine geeignete ($\ln Z$) - Achse. Was fällt Dir auf?

- (8) Mit den Experimenten RA – 5 und RA – 6 hast Du eine zweite Methode gefunden, wie Du Dich vor radioaktiver Strahlung hoher Intensität schützen kannst. Schreibe sie kurz in einem Befehlssatz nieder:

Strahlungscharakteristik**RA - 7****Einführung:**

Für unsere weiteren Untersuchungen ist es sehr wichtig zu wissen, ob die Strahlung in der Umgebung der vorliegenden radioaktiven Probe in allen Richtungen gleich stark emittiert wird und wie die Impulsrate gegebenenfalls von der Abstrahlungsrichtung abhängt. Da Du hier relativ viele Messungen durchführen musst, ist es ratsam, das Experiment in zwei Teilen durchzuführen.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“
Glühstrumpf in Dose

Probenhalter
Messgeräthalter

Aufbau und Durchführung:

- ↪ Kopiere die Vorlage 1 im Anhang dieses Arbeitsheftes.
- ↪ Stelle den Probenhalter so in das umrandete Feld der Vorlage, dass der Rechteckausschnitt *nicht* in das Winkelfeld zeigt.
- ↪ Bereite das Strahlungsmessgerät für die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor und wähle die Zeit 3 Minuten.

Der Messgeräthalter hat auf beiden Seiten in der Mitte eine Nut. Damit kannst Du bei den folgenden Versuchsschritten das Messgerät im Messgeräthalter genau senkrecht zum Winkelstrahl aufstellen. Die eingezeichneten Tangenten helfen Dir zusätzlich, immer den gleichen Abstand (10 cm) zur Probe einzuhalten.

- ↪ Stelle auf diese Weise den Messgeräthalter am Ende der 0°- Linie auf.
- ↪ Bestimme den Nulleffekt für 3 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 1 ein.
- ↪ Schiebe die Dose mit dem Glühstrumpf so in den Probenhalter, dass das blaue Beschriftungsfeld nicht in das Winkelfeld zeigt.
- ↪ Miss die Anzahl der Impulse für 3 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 2 ein.
- ↪ Stelle den Messgeräthalter an das Ende der 10°- Linie. Miss die Anzahl der Impulse und trage den Wert in die Tabelle ein.
- ↪ Wiederhole diesen Versuchsschritt für alle eingezeichneten Winkel.

Tabelle 1:

Nulleffekt (Impulse / 3 Minuten)	Nullrate

Strahlungscharakteristik**RA - 7****Tabelle 2:**

Winkel α	Impulse / 3 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate
0°			
10°			
20°			
30°			
40°			
50°			
60°			
70°			
- 10°			
- 20°			
- 30°			
- 40°			
- 50°			
- 60°			
- 70°			

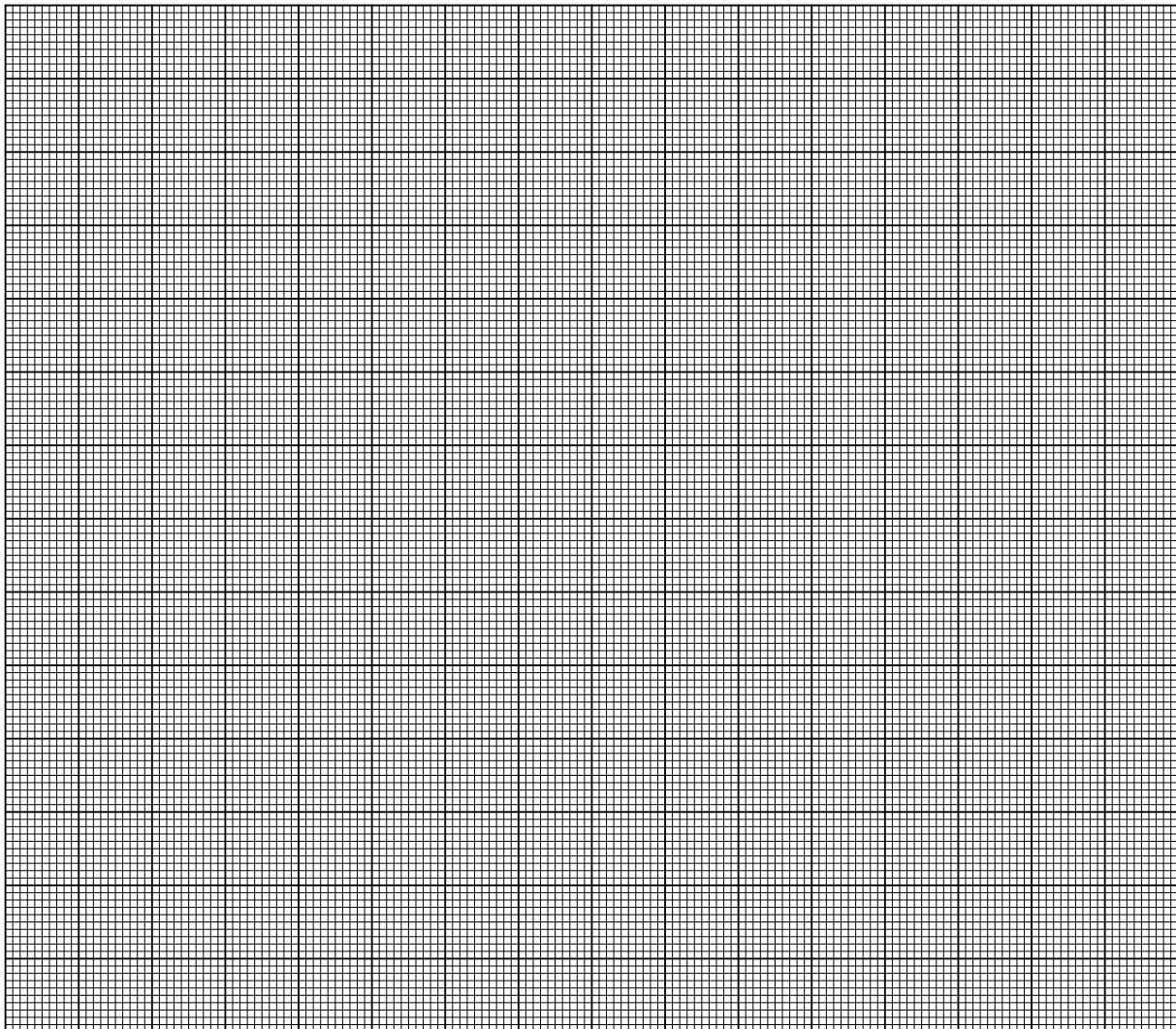
Auswertung:

- (1) Berechne für jeden Abstrahlwinkel die Nullrate, die Impulsrate und die bereinigte Impulsrate.

Strahlungscharakteristik

RA - 7

- (2) Trage die bereinigten Impulsraten Z in einem $Z - \alpha$ - Diagramm gegen den Abstrahlwinkel graphisch auf. Zeichne dabei die positiven Winkelwerte rechts, die negativen links von der $Z -$ Achse ein.
- (3) Beschreibe den Graph und deut ihn:



Ablenkung im Magnetfeld

RA - 8

Einführung:

Nach der Entdeckung der Radioaktivität durch den französischen Physiker Henri Antoine Becquerel (1852 – 1908) im Jahre 1896 wusste man zwar, dass diese Strahlung photographische Platten schwärzen und geladene Elektroskope entladen kann, über ihre Natur war aber längere Zeit keine konkrete Aussage möglich. Erst als 1898 der in Neuseeland geborene Physiker Ernest Rutherford (1871 – 1937) das Verhalten der radioaktiven Strahlung in Magnetfeldern untersuchte, konnte man drei Strahlungsarten unterscheiden, wobei ihre Bezeichnung von Rutherford selbst stammt: Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Eine davon kannst Du im folgenden Experiment selbst identifizieren.

Geräte:

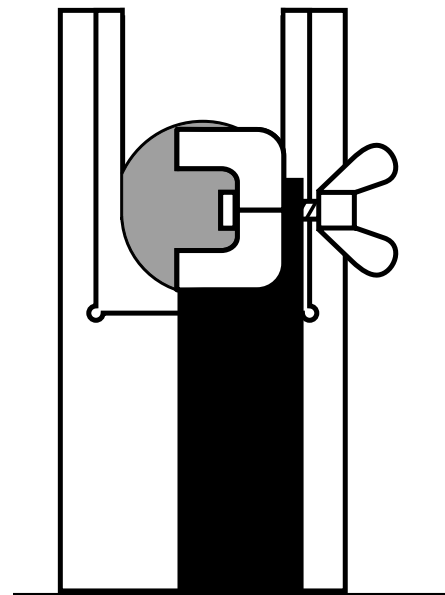
Strahlungsmessgerät „Inspector“
Glühstrumpf in Dose
U-Magnet

Probenhalter
Messgeräthalter
Magnethalter

Aufbau und Durchführung:

Dieses Experiment kann auch arbeitsteilig durchgeführt werden.

- ↪ Kopiere die Vorlage 2 im Anhang dieses Arbeitsheftes.
- ↪ Stelle den Probenhalter so in das umrandete Feld der Vorlage, dass der Rechteckausschnitt *nicht* in das Winkelfeld zeigt.
- ↪ Vergewissere Dich, dass der U-Magnet so auf dem Magnethalter aufgeschraubt ist, dass sich der Südpol (grün) oben, der Nordpol unten befindet.
- ↪ Stelle den Magnethalter wie abgebildet in das umrandete Feld vor dem Probenhalter.
- ↪ Bereite das Strahlungsmessgerät für die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor und wähle die Zeit 3 Minuten.
- ↪ Stelle das Zählgerät im Gerätehalter so auf die Vorlage, dass es dem Probenhalter im Abstand 10 cm (Strichmarke) genau gegenübersteht.
- ↪ Bestimme den Nulleffekt für 3 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 1 ein. Schiebe die Dose mit dem Glühstrumpf so in den Probenhalter, dass das blaue Beschriftungsfeld nicht in das Winkelfeld zeigt.



Ablenkung im Magnetfeld**RA - 8****Tabelle 1:**

Nulleffekt (Impulse / 3 Minuten)	Nullrate

Tabelle 2:

Winkel α	Impulse / 3 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate
0°			
- 10°			
- 20°			
- 30°			
- 40°			
- 50°			
- 60°			
- 70°			
10°			
20°			
30°			
40°			
50°			
60°			
70°			

Ablenkung im Magnetfeld**RA - 8****Tabelle 3:**

Winkel α	Impulse / 3 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate
0°			
- 10°			
- 20°			
- 30°			
- 40°			
- 50°			
- 60°			
- 70°			
10°			
20°			
30°			
40°			
50°			
60°			
70°			

↪ Miss die Anzahl der Impulse und trage den Wert in die Tabelle 2 ein.

↪ Miss wie in Experiment RA – 7 für alle angegebenen Winkel die Anzahl der Impulse für 3 Minuten und trage die Werte in die Tabelle 2 ein.

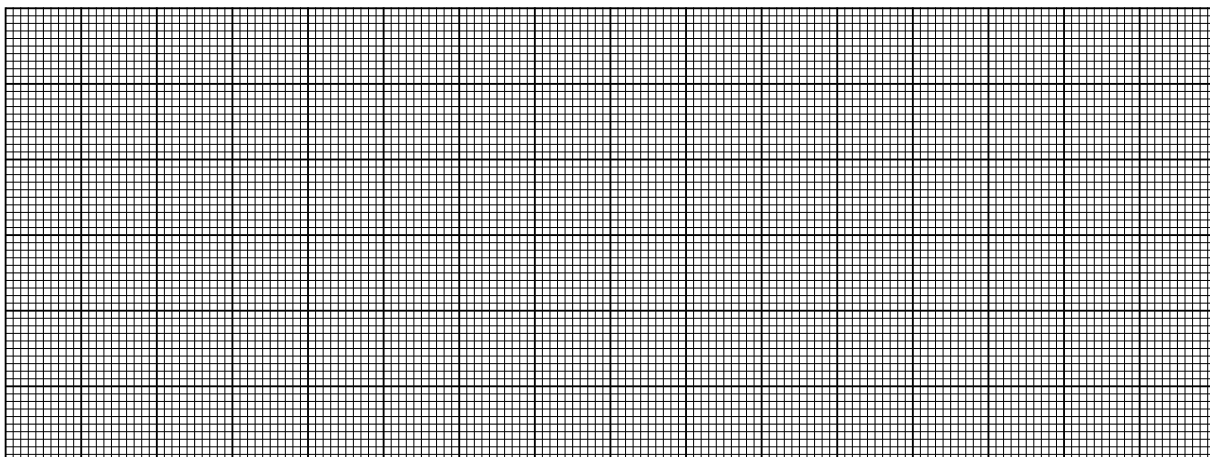
Ablenkung im Magnetfeld**RA - 8**

- ↪ Lockere die Schraube am Magnethalter genügend weit, drehe den Magneten um, so dass jetzt der Nordpol oben, der Südpol unten zu liegen kommt. Ziehe anschließend die Flügelmutter wieder fest.
- ↪ Stelle das Zählgerät im Halter wieder auf den Winkelstrahl 0° und wiederhole das gesamte Experiment für die neue magnetische Feldrichtung. Trage Deine Messwerte in die Tabelle 3 ein.

Auswertung:

- (1) Berechne für alle Winkelwerte in den Tabellen 2 und 3 die Impulsrate und bereinigte Impulsrate.
- (2) Trage die bereinigten Impulsraten in einem $Z - \alpha$ - Diagramm gegen den Abstrahlwinkel α graphisch auf. Trage dabei die positiven Winkelwerte nach rechts, die negativen links von der Z - Achse ein und verwende für die Werte aus den Tabellen 2 und 3 verschiedene Farben.
- (3) Beschreibe und deute die beiden Graphen unter Berücksichtigung der Tatsache, dass sich die Strahlung im positiven Winkelbereich im geometrischen Schatten des U-Magneten befindet.

- (4) Offensichtlich handelt es sich hier um eine Strahlung geladener Teilchen. Entscheide mit Hilfe der Dreifingerregel der rechten Hand, welches Vorzeichen die Ladung hat.



Die Halbwertszeit**RA - 9****Einführung:**

Die Betastrahlung besteht aus negativ geladenen, die Alphastrahlung aus positiv geladenen Teilchen, die aus dem Atomkern stammen. Dieser wird durch die Emission der beiden Strahlungen verändert. Man spricht hier vom *radioaktiven Zerfall*. Die Gesetzmäßigkeit des radioaktiven Zerfalls kannst Du mit den Proben dieses Experimentiersatzes nicht direkt untersuchen. Es gibt aber auch andere Zerfälle, beispielsweise den von Bierschaum, die nach der gleichen zeitlichen Abhängigkeit erfolgen. Mit diesem Analogieexperiment kannst Du daher die grundsätzliche Gesetzmäßigkeit des radioaktiven Zerfalls ebenfalls herausfinden.

Geräte:

Messzylinder

Maßband

zusätzlich:

alkoholfreies Bier

Uhr mit Sekundenanzeige

Papierhandtücher

Aufbau und Durchführung:

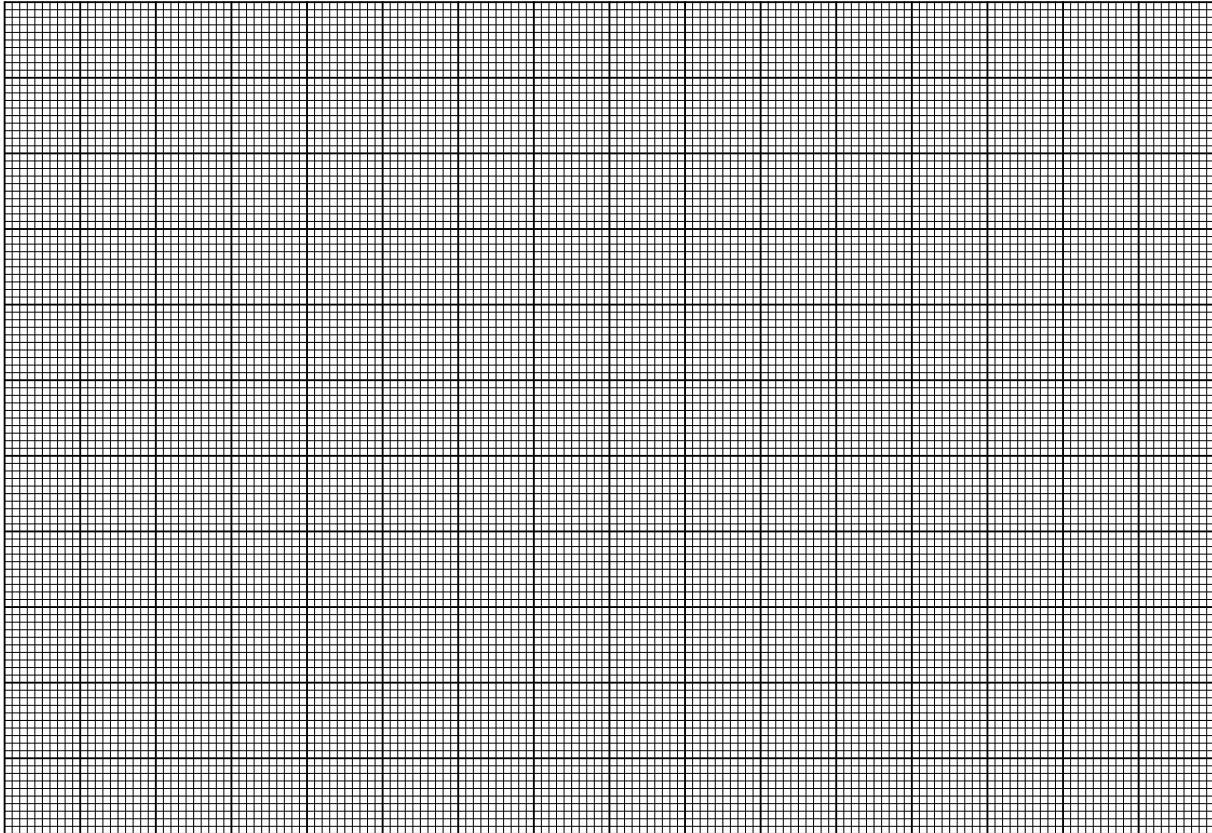
- ↪ Gieße Bier in den trockenen Messzylinder, so dass viel Schaum bis zum oberen Rand entsteht.
- ↪ Miss nach kurzer Zeit des „Stabilisierens“ die Länge der Schaumsäule und starte gleichzeitig die Zeitmessung. Trage den Messwert in die Tabelle 1 ein.
- ↪ Führe in Abständen von je 1 Minute weitere Messungen durch und achte darauf, dass Du bei unregelmäßiger Schaumoberfläche an einer geeigneten Stelle misst.
- ↪ Beende das Experiment, wenn kein sinnvolles Messen mehr möglich ist.
- ↪ Schütte das Bier weg, spüle den Messzylinder gründlich mit Wasser aus und wische ihn mit Papierhandtüchern trocken.

Tabelle 1:

Zeit t in min	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Länge l in cm											

Auswertung:

- (1) Trage die Längen l der Schaumsäule gegen die Zeit t graphisch auf.

Die Halbwertszeit**RA - 9**

- (2) Zeichne in das Diagramm jeweils die Zeit ein, nach der die Ausgangslänge der Schaumsäule auf die Hälfte (t_{H1}), den vierten Teil (t_{H2}), achten Teil (t_{H3}), ... , abgesunken ist. Was fällt Dir auf?

- (3) Bestimme diese Zeiten, trage sie in die Tabelle 2 ein und bilde anschließend ihren Mittelwert.

Die Zeitspanne, während der sich eine physikalische Größe (z.B. die Länge der Schaumsäule, die Menge einer radioaktiven Substanz) auf den halben Wert verringert, nennt man Halbwertszeit t_H .

Tabelle 2:

t_{H1}	t_{H2}	t_{H3}	t_{H4}	t_H (Mittelwert)

Radioaktivität im Leitungswasser

RA - 10

Einführung:

1995 entdeckte der deutsche Physiker Henning von Philipsborn, Professor an der Universität Regensburg, dass Radonzerfallsprodukte im Leitungswasser mit Hilfe eines Glasfaserfilters gesammelt und anschließend nachgewiesen werden können. In ihrem Buch „Radioaktivität und Strahlungsmessung“ *) schlagen er und sein Mitautor Rudolf Geipel vor, für den Nachweis den Filter auf einer Heizplatte zu trocknen. Du kannst die Radioaktivität auch im feuchten Filter nachweisen, wenn Du diesen in das Leerdöschen legst.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“
Glasfaserfilter
Becherglas 250 ml
Pinzette

Probenhalter
Büchnertrichter
Leerdose

zusätzlich:

Uhr mit Sekundenanzeige
Papierhandtücher

Aufbau und Durchführung:

- ↪ Lege den Filter mit der weichen Seite nach oben in den Trichter.
Führe die folgenden Versuchsschritte am besten über dem Waschbecken aus.
- ↪ Lass das Leitungswasser etwa eine halbe Minute lang frei abfließen.
- ↪ Fülle genau 250 ml in das Becherglas und gib dieses Wasser schrittweise sorgfältig in den Trichter. Dabei sollte kein Wasser überlaufen, der Trichter aber andererseits auch immer nahezu voll sein, damit das Filtern nicht zu lange dauert.
- ↪ Wiederhole diesen Versuchsschritt drei Mal, damit insgesamt 1 Liter Wasser durch den Filter fließt. Währenddessen kann Dein Experimentierpartner die Nullrate über dem Probenhalter bestimmen.
- ↪ Wenn das Wasser vollständig durchgelaufen ist, hebe mit der geschlossenen Pinzette vorsichtig den Rand des Filters an einer Stelle etwas hoch, so dass Du den Filter mit der Pinzette fassen und in den Deckel der Leerdose geben kannst.
- ↪ Schiebe den offenen Leerdosendeckel mit dem Filter in den Probenhalter.
- ↪ Wenn Du wenig Zeit hast, miss die Anzahl der Impulse in 4 Minuten und trage diesen Wert in die Tabelle 2 ein.

*) Henning von Philipsborn und Rudolf Geipel: „Radioaktivität und Strahlungsmessung“. München 2003 / 7. Auflage, ISBN 3-910088-01-5. Dieses Buch kann kostenlos vom Bayer. Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz bezogen werden.

Radioaktivität im Leitungswasser**RA - 10**

- ↪ Hast Du dagegen noch mindestens 20 Minuten Zeit, lass den Zeitschalter auf „Off“ stehen und schalte den Hauptschalter ein. Lies dann nach jeder vollen Minute die angezeigte Anzahl der Impulse ab und trage die Werte in die Tabelle 3 ein.
- ↪ Wische am Schluss Trichter und Becherglas mit den Papierhandtüchern trocken. Den Filter kannst Du im Restmüll entsorgen.

Tabelle 1:

Nulleffekt (Impulse / 4 Minuten)	Nullrate

Tabelle 2:

Impulse / 4 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate

Tabelle 3:

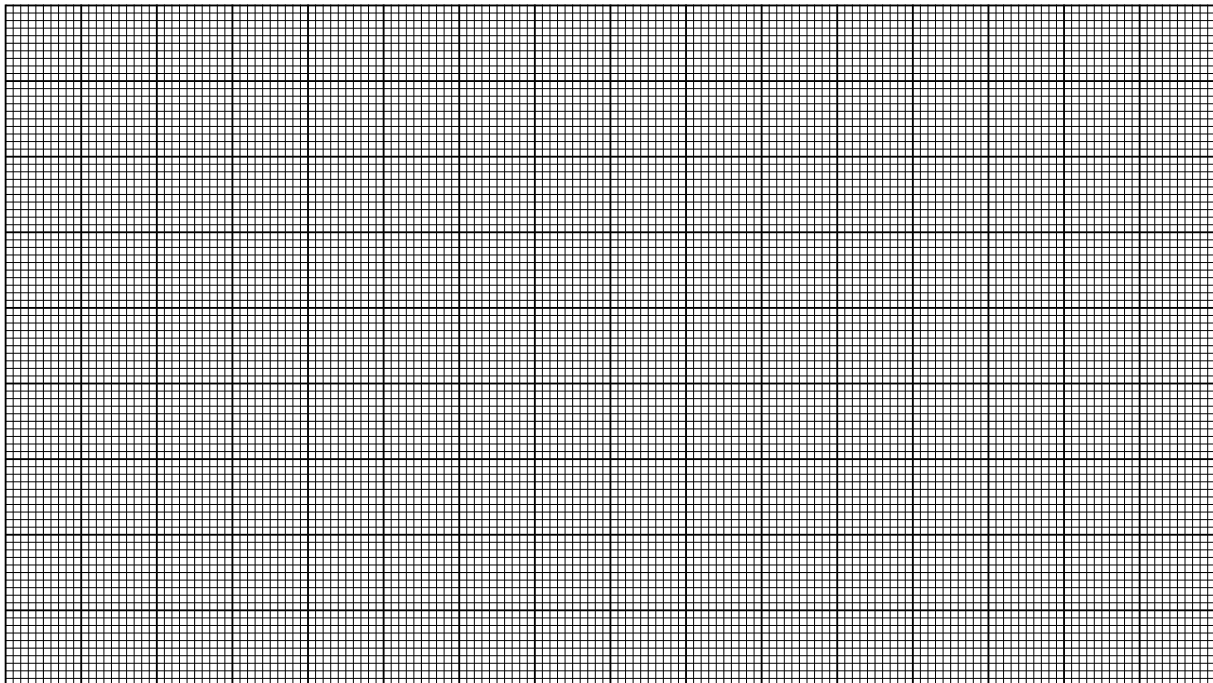
Zeit t in min	0	1	2	3	4	5	6
Impulse	0						
Impulsrate	---						
bereinigte Impulsrate Z	---						

Zeit t in min	7	8	9	10	11	12	13
Impulse							
Impulsrate							
bereinigte Impulsrate Z							

Zeit t in min	14	15	16	17	18	19	20
Impulse							
Impulsrate							
bereinigte Impulsrate Z							

Radioaktivität im Leitungswasser**RA - 10****Auswertung:**

- (1) Berechne die Nullrate und trage Dein Ergebnis in Tabelle 1 ein.
- (2) Falls Du die Tabelle 2 verwendet hast: Berechne die Impulsrate sowie die bereinigte Impulsrate und trage Deine Ergebnisse in die Tabelle 2 ein.
- (3) Falls Du die Tabelle 3 verwendet hast: Berechne für jede Minute die Impulsrate. Sie ist gleich der Differenz der entsprechenden benachbarten Impulswerte. Trage die Ergebnisse in die Tabelle 3 ein.
- (4) Berechne die bereinigte Impulsrate Z und trage die Werte in die Tabelle 3 ein.
- (5) Trage die bereinigte Impulsrate in einem $Z - t$ - Diagramm graphisch gegen die Zeit auf. Wähle auf den Achsen geeignete Einheiten.
- (6) Beschreibe den Graph und deut ihn:



Radioaktivität in der Luft

RA - 11

Einführung:

Vom Nulleffekt ist Dir bereits bekannt, dass sich radioaktive Stoffe in der Luft befinden. Einen wesentlichen Anteil daran hat das radioaktive Gas Radon, das beim Zerfall anderer radioaktiver Stoffe in der Erde und in Baustoffen entsteht, in die Luft gelangt und hier beim Zerfall wieder andere radioaktive Atome hinterlässt. Diese sind zum Teil positiv geladen und können durch negativ geladene Gegenstände angezogen werden. In der ELEKTRIK 2 haben wir einen PVC-Stab durch kraftvolles Reiben mit einem Wolltuch sehr stark negativ aufladen können. Das gleiche Verfahren können wir auch hier anwenden, allerdings wählen wir statt eines Stabes eine Platte, die gerade so groß ist, dass sie zur Größe des Zählfensters unseres Messgerätes passt.

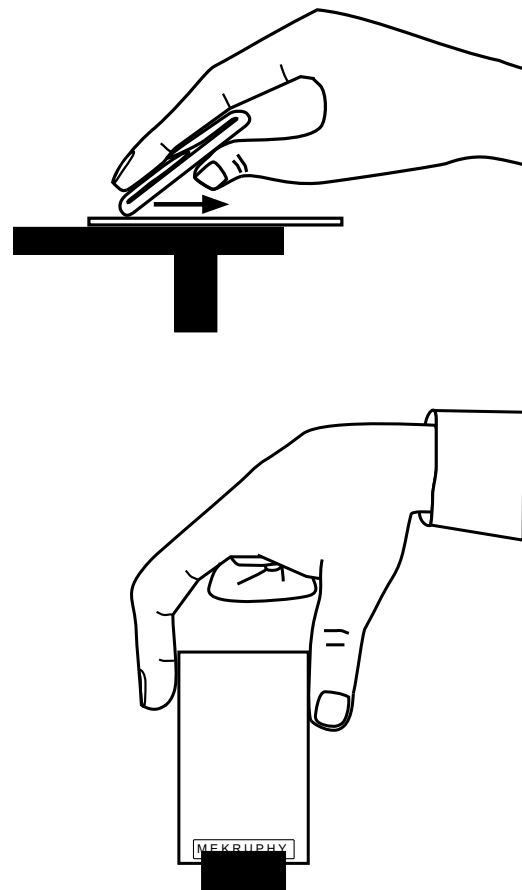
Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“
 PVC-Platte
 Stahlplatte
 zusätzlich:

Probenhalter
 Plattenhalter
 Wolltuch
 Uhr mit Sekundenanzeige

Aufbau und Durchführung:

- ↪ Wickle die Stahlplatte sehr eng in das Wolltuch, so dass Du dieses „Paket“ gut in den Händen halten kannst. Außerdem sollte es mindestens eine deutliche Kante aufweisen.
- ↪ Lege die PVC-Platte so auf den Tisch, dass das MEKRUPHY-Logo nach oben zeigt und über die Tischplatte hinausragt.
- ↪ Halte die PVC-Platte mit einer Hand am Logo fest und reibe mit der Kante des Wollpakets im Stehen (!) unter möglichst großem Druck und immer in der gleichen Richtung eine quadratische Fläche der PVC-Platte ab.
- ↪ Wiederhole diesen Schritt zehnmal und vermeide ab jetzt jede Berührung mit der geriebenen Fläche!
- ↪ Fasse die Platte an den Kanten an und stecke sie mit dem Logo nach unten in den Schlitz des Plattenhalters.



Radioaktivität in der Luft

RA - 11

- ↪ Setze die Platte 10 Minuten lang der umgebenden Luft aus.
- ↪ Lege in der Zwischenzeit den Probenhalter so auf den Tisch, dass der Rechteckausschnitt nach oben zeigt.
- ↪ Bereite das Messgerät auf die Betriebsart „mit Zeitvorgabe“ vor und stelle die Messdauer auf 4 Minuten ein. Lege das Messgerät so auf den Probenhalter, dass es an den Seiten und an der Stirnseite mit ihm „bündig“ ist und das Display nach oben zeigt. Miss die Anzahl der Impulse für 4 Minuten und trage den Wert in die Tabelle 1 ein.
- ↪ Fasse nach den abgelaufenen 10 Minuten die PVC-Platte an den Kanten an (Bitte nicht die geriebene Fläche berühren!) und lege sie mit dem Logo nach oben in den Rechteckausschnitt des Probenhalters. Dabei muss das Logo über den Rand hinausragen.
- ↪ Wenn Du wenig Zeit hast, miss die Anzahl der Impulse in 4 Minuten und trage diesen Wert in die Tabelle 2 ein.
- ↪ Hast Du dagegen noch mindestens 20 Minuten Zeit, lass den Zeitschalter auf „Off“ stehen und schalte den Hauptschalter ein. Lies dann nach jeder vollen Minute die angezeigte Anzahl der Impulse ab und trage die Werte in die Tabelle 3 ein.

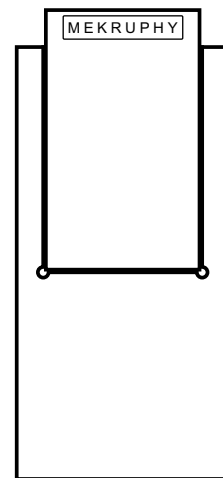


Tabelle 1:

Nulleffekt (Impulse / 4 Minuten)	Nullrate

Tabelle 2:

Impulse / 4 Minuten	Impulsrate	bereinigte Impulsrate

Tabelle 3:

Zeit t in min	0	1	2	3	4	5	6
Impulse	0						
Impulsrate	---						
bereinigte Impulsrate Z	---						

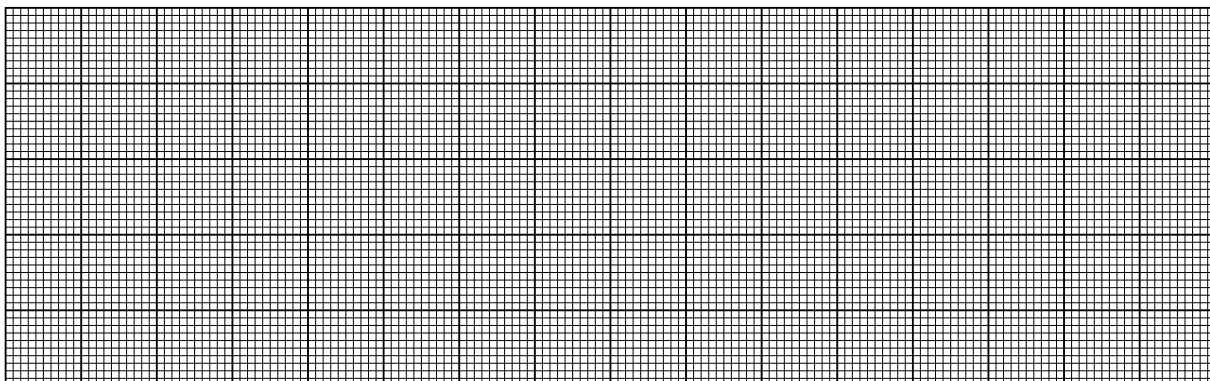
Radioaktivität in der Luft**RA - 11**

Zeit t in min	7	8	9	10	11	12	13
Impulse							
Impulsrate							
bereinigte Impulsrate Z							

Zeit t in min	14	15	16	17	18	19	20
Impulse							
Impulsrate							
bereinigte Impulsrate Z							

Auswertung:

- (1) Berechne die Nullrate und trage Dein Ergebnis in Tabelle 1 ein.
- (2) Falls Du die Tabelle 2 verwendet hast: Berechne die Impulsrate und bereinigte Impulsrate und trage Deine Ergebnisse in die Tabelle 2 ein.
- (3) Falls Du die Tabelle 3 verwendet hast: Berechne für jede Minute die Impulsrate. Sie ist gleich der Differenz der entsprechenden benachbarten Impulswerte. Trage die Ergebnisse in die Tabelle 3 ein.
- (4) Berechne die bereinigte Impulsrate Z und trage die Werte in die Tabelle 3 ein.
- (5) Trage die bereinigte Impulsrate in einem $Z - t$ - Diagramm graphisch gegen die Zeit auf. Wähle auf den Achsen geeignete Einheiten.
- (6) Beschreibe den Graph und deute ihn:



Die Äquivalentdosis

RA - 12

Einführung:

Radioaktive Strahlung sehr hoher Intensität kann den menschlichen Körper schädigen. Dabei hängt die schädigende Wirkung nicht nur von der Energie der Strahlung ab, die der Körper absorbiert, sondern auch von der Strahlenart. Diese Tatsache findet in der so genannten *Äquivalentdosis* ihren Niederschlag. Sie ist das Produkt aus der Energiedosis und dem jeweiligen Bewertungsfaktor, der die Strahlungsart mit berücksichtigt. Dabei versteht man unter der Energiedosis die pro kg absorbierte Energie. Der Bewertungsfaktor ist eine reine Zahl und hat keine Einheit. Daher hat die Äquivalentdosis die Einheit 1 J/kg wie die Energiedosis. Zur Unterscheidung bezeichnet man allerdings die Einheit der Äquivalentdosis mit Sievert (Sv), die der Energiedosis mit Gray (Gy). Im folgenden Experiment kannst Du die *Äquivalentdosisleistung* der Umgebungsstrahlung sowie der radioaktiven Proben in Deinem Experimentierkasten messen. Dabei messen wir in der Einheit 1 $\mu\text{Sv/h}$, das Gerät trägt leider die nicht ganz korrekte Beschriftung „ $\mu\text{Sv/hr}$ “.

Geräte:

Strahlungsmessgerät „Inspector“

Messgeräthalter

Glühstrumpf in Dose

zusätzlich:

Probenhalter

Kaliumchlorid in Dose

Kunstdünger in Dose

Uhr mit Sekundenanzeige

Aufbau und Durchführung:

- ↪ Lege den Probenhalter so auf den Tisch, dass der rechteckige Ausschnitt nach oben zeigt, und Sorge dafür, dass der Experimentierkasten mit den übrigen Geräten mindestens 1 m von Deinem Experimentiertisch entfernt ist.
- ↪ Stelle den Betriebsschalter des Strahlungsmessgeräts auf „ $\mu\text{Sv/hr}$ “.
- ↪ Lege das Messgerät bündig auf den Probenhalter und stelle den Hauptschalter auf „On“. Warte die Betriebsbereitschaft ab, sie wird nach etwa 30 Sekunden durch einen Piepton angezeigt. Starte dann die Zeitmessung und lies die Display-Anzeige alle 20 Sekunden ab. Trage die Werte in die Tabelle 1 ein.
- ↪ Wiederhole das Experiment für die radioaktiven Proben. Schiebe hierzu die entsprechende Dose so in den Probenhalter, dass das blaue Beschriftungsfeld unten liegt. Trage die Messwerte in die zugehörigen Tabellen ein.
- ↪ Stelle am Schluss den Betriebsschalter wieder auf „Total/Timer“ und den Hauptschalter auf „Off“.

Die Äquivalentdosis**RA - 12****Tabelle 1:** Umgebungsstrahlung

Zeit in s	0	20	40	60	80	100	120	140
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								
Zeit in s	160	180	200	220	240	260	280	300
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								

Tabelle 2: Kaliumchlorid in Dose

Zeit in s	0	20	40	60	80	100	120	140
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								
Zeit in s	160	180	200	220	240	260	280	300
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								

Tabelle 3: Kunstdünger in Dose

Zeit in s	0	20	40	60	80	100	120	140
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								
Zeit in s	160	180	200	220	240	260	280	300
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								

Tabelle 4: Glühstrumpf in Dose

Zeit in s	0	20	40	60	80	100	120	140
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								
Zeit in s	160	180	200	220	240	260	280	300
Äquivalentdosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$ in s								

Die Äquivalentdosis**RA - 12****Auswertung:**

- (1) Berechne für alle 4 Messreihen den Mittelwert der Äquivalentdosisleistung und trage ihn in die Tabelle 5 ein.
- (2) Die Äquivalentdosisleistung wird im Allgemeinen in der Einheit mSv/a angegeben. Rechne die Mittelwerte in Tabelle 5 in diese Einheit um und trage die Ergebnisse in die Tabelle ein.

Tabelle 5:

Strahlungsquelle	Umgebung	Kaliumchlorid in Dose	Kunstdünger in Dose	Glühstrumpf in Dose
Mittelwert der Äquivalent- Dosisleistung in $\mu\text{Sv/h}$				
Mittelwert der Äquivalent- Dosisleistung in mSv/a				

Strahlenschutzregel

Personen, die beruflich radioaktiver Strahlung ausgesetzt sind oder mit radioaktiven Substanzen hantieren, unterliegen strengen Strahlenschutzvorschriften und schützen sich nach der Regel:

Abschirmung - Abstand - Kurzzeitigkeit
--

Erkläre diese Regel:

Weitere Informationen

Du hast nun in insgesamt zwölf Experimenten einen kleinen Einblick in die wichtigsten Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten der Radioaktivität gewinnen können. Falls Du noch mehr über dieses interessante Gebiet erfahren möchtest, suche in der Bibliothek (Lexikon) oder im Internet nach folgenden Themen:

- Natürliche und künstliche Radioaktivität
- Zerfallsgesetz
- Zerfallsreihen
- Energie und Reichweite radioaktiver Strahlung
- Biologische Wirkung radioaktiver Strahlung
- Verwendung radioaktiver Stoffe in der Medizin
- Radiokarbonmethode
- Maßeinheiten: Becquerel, Gray, Sievert

