

Radioaktivität I (Best. Nr. 3315)

Die Unterrichtseinheit Radioaktivität I behandelt eingangs grundsätzliche Fragen zum AUFBAU DER ATOMKERNE, sowie in einem zweiten Teil ausführlich das Thema IONISIERENDE STRAHLUNG. Jedem Unterrichtsblock vorangestellt ist eine kurze Ablaufskizze, in der der Verlauf der einzelnen Stunden dargestellt ist. Vorschläge für schriftliche Übungen einschl. Lösungen runden diese Einheit ab. Eine lohnende Möglichkeit, dieses immer aktuelle Thema Ihren Schülern nahezubringen. Geeignet für den Mittelstufenunterricht. Eng inhaltlich verknüpft mit Einheit Radioaktivität II

Gesamtdatei

073_Radioakl.ges [Gesamtdatei UE 3315 - Radioaktivität Teil I](#)

Einzeldateien

1. Allgemeines

001_Titel0.fol [Titelblatt Diverses](#)
 002_Schueler.txt [Inhaltsverzeichnis Radioaktivität für Schüler](#)
 003_Vorwort.did [Didaktische Hinweise](#)
 004_Litera.txt [Literaturverzeichnis](#)
 005_Test.arb [Schriftliche Übung - Arbeitsblatt](#)
 006_Test.loe [Schriftliche Übung - Lösungsblatt](#)
 007_Radio.int [Weiterführende Internetlinks 3315](#)

2. Aufbau der Atomkerne

008_Titel1.fol [Titel zu Abschnitt 1 - Aufbau der Atomkerne](#)
 009_Radioak1.did [Hinweise zu Abschnitt 1](#)

2.1 Atomkern und Atomhülle

010_Aufbau1.fol [Titelblatt - Stunde 1](#)
 011_Modell.fol [Folie zu Teilchenmodellen](#)
 012_NatPhilo.fol [Die Naturphilosophie der Antike](#)
 013_Empedok.fol [Die Elemente des Empedokles](#)
 014_Demokrit.fol [Die Atome des Demokrit](#)
 015_Platon.fol [Der ideale Körper nach Platon](#)
 016_Aristot.fol [Das System des Aristoteles](#)
 017_Neuzeit.fol [Atomvorstellungen der Neuzeit](#)
 018_Definit.fol [Definition der wichtigsten Begriffe](#)

2.2 Aufbau der Atomkerne

019_Aufbau2.fol [Titelblatt - Stunde 2](#)
 020_Groesse.fol [Größenordnungen](#)
 021_AtomInfo.txt [Die Größe von Atomen und Molekülen](#)
 022_AtomWeg.fol [Der Weg zum Atom](#)
 023_Rosine.fol [Das Rosinenkuchen-Modell](#)
 024_Rutherfo.fol [Der Rutherford'sche Streuversuch](#)
 025_AtomKern.fol [Aufbau und Beschreibung der Atomkerne](#)
 026_Begriffe.fol [Begriffsklärung Kernphysik - Atomphysik - Chemie](#)
 027_Teilchen.fol [Die Elementarteilchen](#)
 028_Isotop.fol [Isotope und Isobare](#)

3. Ionisierende Strahlung

029_Titel2.fol [Titel zu Abschnitt 2 - Ionisierende Strahlung](#)
 030_Radioak2.did [Didaktische Hinweise zu Abschnitt 2](#)

3.1 Nachweis radioaktiver Strahlung

031_Nachwei1.fol [Titelblatt - Stunde 1](#)
 032_RadWerte.txt [Werte radioaktiver Präparate](#)
 033_Nulleff.exp [Versuch Nulleffekt](#)

radi226.exp [Versuch Radium 226](#)
 ionier.fol [Die Pioniere der Radioaktivität](#)

036_Nachwei2.fol	Titelblatt - Stunde 2
037_Strahl.txt	Radioaktive Strahlung
038_Roentgen.txt	Röntgenstrahlen
039_Anekdote.txt	Anekdotisches zu Röntgenstrahlen
040_Anekdote2.txt	Anekdotisches zur Radioaktivität
041_Zaehrohr.fol	Das Geiger-Müller Zählrohr
042_IonKamm.fol	Die Ionisationskammer
043_Nebelka.fol	Die Wilsonsche Nebelkammer
044_Nachweis.txt	Vergleich der Nachweisgeräte für Radioaktivität

3.2 Verschiedene Strahlungsarten

045_Nachwei3.fol	Titelblatt - Stunde 3
046_MagFeld1.exp	Versuch - Radioaktive Strahlen im Magnetfeld 1
047_MagFeld2.exp	Versuch - Radioaktive Strahlen im Magnetfeld 2
048_MagFeld.fol	Strahlen im Magnetfeld
049_Nachwei4.fol	Titelblatt - Stunde 4
050_Reichwei.exp	Versuch - Reichweite radioaktiver Strahlung
051_Durchdri.exp	Versuch - Durchdringungsvermögen von Gammastrahlen
052_Durchdri.fol	Durchdringungsvermögen von Strahlen

3.3 Radioaktiver Zerfall

053_Nachwei5.fol	Titelblatt - Stunde 5
054_Alpha.fol	Alpha-Teilchen
055_Beta.fol	Beta-Teilchen
056_Gamma.fol	Gamma-Strahlen
057_Nachwei6.fol	Titelblatt - Stunde 6
058_Zerfall.fol	Zerfallsreihen
059_Zerfall1.fol	Zerfallsreihe des Thorium 232
060_Zerfall2.fol	Zerfallsreihe des Uran 235
061_Zerfall3.fol	Zerfallsreihe des Uran 238
062_Zerfall4.fol	Zerfallsreihe des Plutonium 241
063_Halbwert.txt	Gedanken zur Halbwertszeit
064_Nuklid.fol	Ausschnitt aus der Nuklidkarte Thorium 232
065_Nachwei7.fol	Titelblatt - Stunde 7
066_Zerfall.exp	Versuch - Zerfallskurve
067_Kurve.fol	Zerfallskurven
068_Aktivitat.fol	Aktivität
069_Halbwert.fol	Halbwertszeiten
070_Altersbe.txt	Altersbestimmung mit der C14-Methode - Beispiele
071_Christus.txt	Das Turiner Grabtuch
072_Glossar.txt	Begriffe aus der Radioaktivität

Die dreistelligen Extensionen am Ende der Dateinamen bedeuten:

- *arb Arbeits-/Aufgabenblatt
- *did Didaktische Hinweise/Erläuterungen
- *exp Experiment/Versuch
- *fol Folie
- *ges Gesamtdatei - Alle Einzeldateien in Folge
- *loe Lösungsblatt
- *txt Textdatei



Hinweise zur Arbeit mit diesen Unterrichtseinheiten

Die Unterrichtseinheiten **Radioaktivität** sind ausgerichtet auf den **Mittelstufenunterricht**.

Die vorliegenden Einheiten sind auf insgesamt **9Stunden** angelegt:

RADIOAKTIVITÄT 1:	Der Aufbau der Atomkerne	2 Stunden
RADIOAKTIVITÄT 2:	Ionisierende Strahlung	7 Stunden

Die einzelnen Stunden einer Unterrichtseinheit werden in ihrem möglichen Ablauf kurz beschrieben. Die Materialien (Anleitungen bzw. Vorschläge für Experimente, Tafelbilder, Folien, Aufgaben) sind aber so zusammengestellt, dass eine völlige Umgestaltung der Stunden sowohl ihre inhaltliche Gestaltung als auch den zeitlichen Aufwand betreffend möglich ist.

In Ergänzung wird ein Vorschlag für eine **schriftliche Übung** mit Lösungen von etwa 20 Minuten Dauer beigefügt. Die Übungen behandelt das Thema

Aufbau der Atomkerne und ionisierende Strahlung

Bei zahlreichen Abbildungen finden sich Hinweise und grafische Elemente, die über die eigentliche Abbildung gelegt sind und somit bei Bedarf leicht verändert oder entfernt werden können. Die Abbildungen selbst sind durchweg so weit zu vergrößern, dass sie als eigene Folien ausgedruckt werden können.

Korrektur-, Verbesserungs- oder Ergänzungsvorschläge können Sie gerne über den Verlag an uns richten!

Bei der Arbeit mit den Unterrichtseinheiten zur Akustik wünschen wir Ihnen und Ihren Schülern viel Spaß!

Übersicht über die Unterrichtseinheiten und die zu ihnen jeweils vorgeschlagenen Stundeninhalte

RADIOAKTIVITÄT 1: Der Aufbau der Atomkerne

- 1. Stunde: Der Aufbau der Atome aus Atomkern und Atomhülle
- 2. Stunde: Der Aufbau der Atomkerne

RADIOAKTIVITÄT 2: Ionisierende Strahlung

- 1. Stunde: Der Nachweis radioaktiver Strahlung
- 2. Stunde: Nachweisgeräte für radioaktive Strahlung
- 3. Stunde: Verschiedene Strahlungsraten (1)
- 4. Stunde: Verschiedene Strahlungsarten (2)
- 5. Stunde: Zerfallsprozesse im Atomkern
- 6. Stunde: Zerfallsreihen
- 7. Stunde: Zerfallskurven und Halbwertszeit

VORSCHAU



RADIOAKTIVITÄT 1

2 Stunden

Der Aufbau der Atomkerne

1. Stunde: Der Aufbau der Atome aus Atomkern und Elektronenhülle

Zur Einführung wird mit einer Folie an das Teilchenmodell erinnert, das aus dem Physikunterricht zum Thema ‚Elektrizitätslehre‘ sowie dem Chemieunterricht bekannt ist.

Dieses Modell ist historisch zu hinterfragen. Dabei ergibt sich zwanglos eine Zweigliedrigkeit dieser Stunde:

1. *Die Naturphilosophie der Antike*
2. *Atomvorstellungen der Neuzeit*

Beide Abschnitte sind so aufgebaut, dass angeboten werden

- eine Folie zur chronologischen Übersicht,
- eine Folie mit Abbildungen der dort genannten Personen (soweit greifbar),
- ergänzende Folien mit Darstellungen einzelner Aspekte.

Bei den *Naturphilosophen der Antike* wird zunächst deren Herkunfts- bzw. Wirkungsstätte genannt, ergänzt durch ihre Lebensdaten. Diese – im Physikunterricht sicher nicht notwendigen, aber doch ‚vermenschlichenden‘ – Anmerkungen ermöglichen den Schülern eine zeitliche Einordnung dieser für sie doch meist überraschend frühen Ideen. Ferner wird die Lehre eines jeden genannten Naturphilosophen mit einem markanten Satz beschrieben.

Die Abbildungen der genannten Naturphilosophen (immerhin sechs der zehn genannten Persönlichkeiten sind für uns als Büste oder dergleichen fassbar) lassen diese ‚menschlicher‘ erscheinen. Mit den Gesichtern werden die Personen (auch dieser sehr fernen Zeit) realer.

Die Elemente des Empedokles werden durch ein Graffiti auf moderne Weise visualisiert und somit den Schülern eingeprägt.

Die Atome des Demokrit präsentieren sich in unterschiedlichen Formen ‚mit Haken und Ösen‘

Die idealen Körper Platons verweisen auf eine größere Abstraktionsebene, nämlich die der Symmetrien, die auch in modernen Vorstellungen der Elementarteilchentheorie eine äußerst bedeutsame Rolle spielen.

Das System nach Aristoteles wird mit seinen Übergängen dargestellt. Dabei verbindet Aristoteles die Elemente des Empedokles mit den Symmetrien Platons. Die atomistischen Vorstellungen Demokrits lehnt er hingegen ab.

In der gleichen Weise werden die *Atomvorstellungen der Neuzeit* auf einer Folie angeboten. Von allen acht dort behandelten Persönlichkeiten gibt es Abbildungen.

Um die in der Neuzeit verwendeten Begrifflichkeiten *Element*, *Molekül*, *Atom*, *Elementarteilchen* (und gegebenenfalls *Quark*) sauber benutzen zu können, sind auf einer Folie knappe Definitionen angegeben. Eine weitere Folie schließlich bietet Abbildungen mit Größenangaben eben dieser genannten Begriffe.

In der folgenden Stunde gilt es, diese Größenordnungen zu erläutern und konkrete Vorstellungen vom Atomkern zu geben.

2. Stunde: Der Aufbau der Atomkerne

Im Anschluss an die vorangegangene Stunde ist anzugeben, wie die Größenordnungen der Atome und Moleküle ermittelt wurden.

Eine frühe Abschätzung der Größe der Atome hat um 1650 Johann Chrysostomus Magnien vorgenommen und sich dabei nur um einen Faktor 10 geirrt.

Eine Abschätzung der Größe der Moleküle hat um 1910 Jean-Baptiste Perrin vorgenommen.

Beide Methoden werden in der Datei ‚Info: Die Größe von Atomen und Molekülen‘ beschrieben. In unserem Zusammenhang ist von besonderem Interesse (wenn auch den Schülern nicht erklärbar), dass auch Untersuchungen radioaktiver Strahlung die letztgenannte Abschätzung der Größe der Moleküle bestätigen.

Eine Folie bietet einen knappen historischen Abriss über den Weg zur Entdeckung des Atoms. Dargestellt sind das Dalton'sche, Thomson'sche, Rutherford'sche und Bohr'sche Atommodell sowie die Entdeckung des Elektrons und des Neutrons.

Das Thomson'sche Rosinenkuchen-Modell wird explizit vorgestellt, da es eine erste Annäherung an den Aufbau eines Atoms darstellt.

Der Rutherford'sche Streuversuch führte zur Entdeckung der Atomkerne.

Die Entdeckung des Elektrons und des Neutrons können in der Sekundarstufe I nicht näher beschrieben werden.

Die Unterscheidung in Atomphysik, Kernphysik und Chemie wurde notwendig.

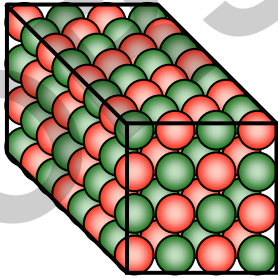
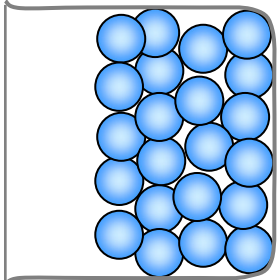
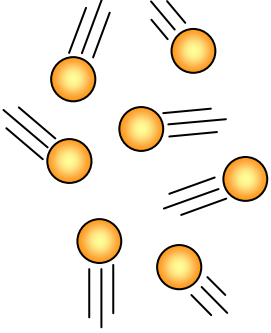
Eine Folie zeigt den Aufbau der Atomkerne aus Protonen und Neutronen. Ferner werden die zu ihrer Beschreibung üblichen Größen vorgestellt: Massenzahl, Protonenzahl und Neutronenzahl.

Die Eigenschaften der Elementarteilchen Proton, Neutron und Elektron sind auf einer weiteren Folie zusammengefasst. Sie sind ebenfalls zu einer einfachen Beschreibung zahlreicher Vorgänge äußerst hilfreich.

Isotope und Isobare werden abschließend behandelt, da zumindest einigen Schülern, wenn nicht allen diese Begriffe (möglicherweise aus dem Chemieunterricht) geläufig sind und mit ihnen zugleich nochmals die Unterscheidung zwischen chemischen und physikalischen Eigenschaften wiederholt wird.



Teilchenmodell

Aggregatzustand	fest	flüssig	gasförmig
			
Geschwindigkeit:	klein	mittel	groß
Raumbedarf:	gering	mittel	hoch
Energie:	klein	mittel	groß
Bindung der Teilchen aneinander:	stark	mittel	schwach
Temperatur:	tief	mittel	hoch



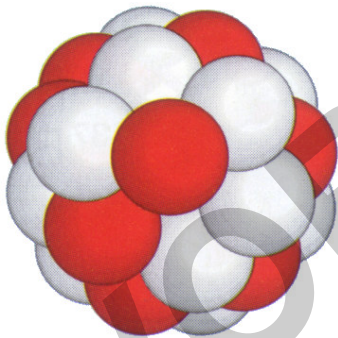
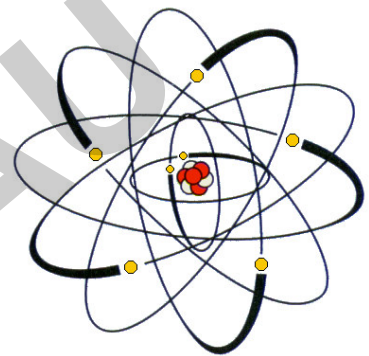
Größenordnungen

nicht maßstabsgerecht!



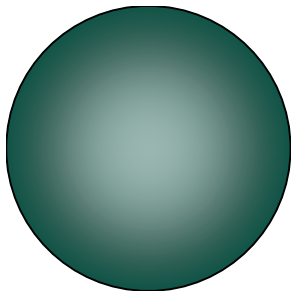
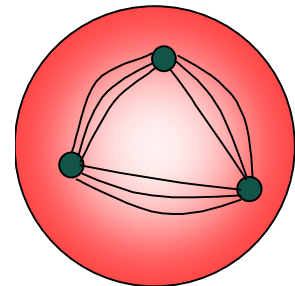
Molekül
 10^{-9} m

Atom
 10^{-10} m



Atomkern
 10^{-14} m

Proton / Neutron
 10^{-15} m



Quark / Elektron
 10^{-18} m

Veranschaulichung der Größenordnungen

Atom

Größe:

10 Millionen Atome aneinander gereiht ergeben eine Strecke von 1 Millimeter.

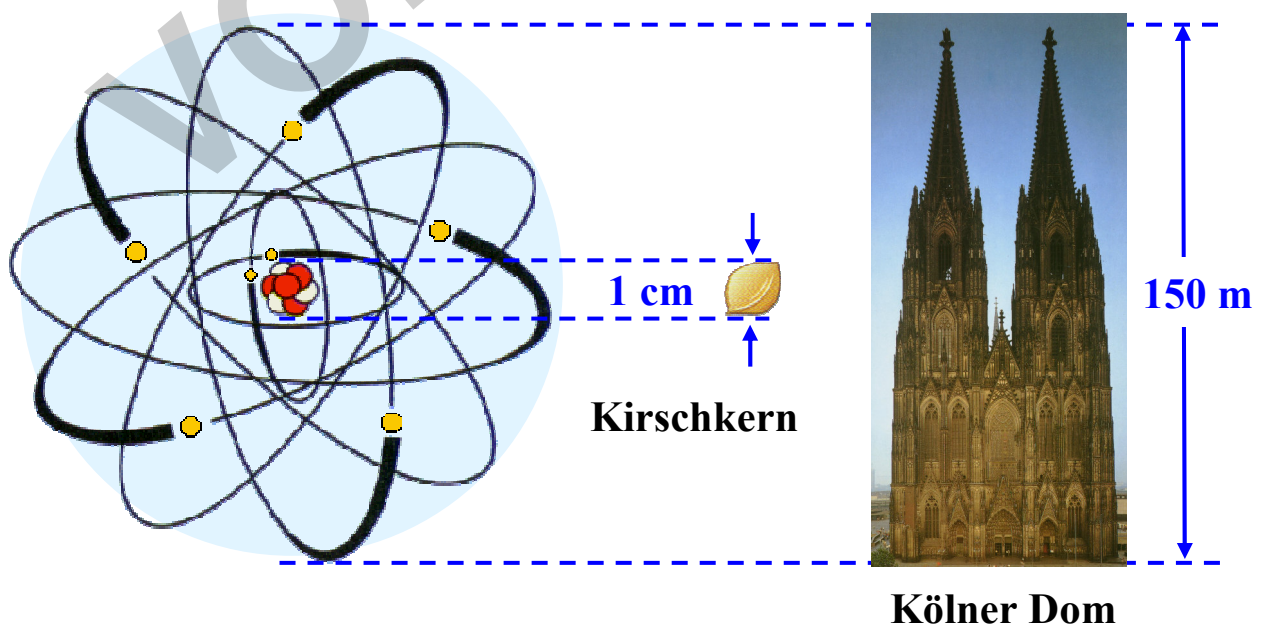
Masse:

Die Masse eines Atoms verhält sich zur Masse eines Apfels wie die Masse eines Apfels zur Masse der gesamten Erde.

Atomkern

Wäre der Atomkern 2 mm groß, hätte das Atom einen Radius von 10 Metern; das nächste Atom wäre mindestens 20 Meter weit entfernt!

Wäre der Atomkern so groß wie ein Kirschkern, wäre das Atom so groß wie der Kölner Dom (ca. 150 m).



Abbildungsnachweis

Größenordnungen:

Volkmer, Martin: *Kernenergie Radioaktivität und Strahlenschutz*, Bonn (Informationskreis Kernenergie) 1994, S. 20 (bearbeitet)

Veranschaulichung der Größenordnungen:

Volkmer, Martin: *Kernenergie Radioaktivität und Strahlenschutz*, Bonn (Informationskreis Kernenergie) 1994, S. 20 (bearbeitet)

VORSCHAU



Info: Die Größe von Atomen und Molekülen

Auf interessante Weise ermittelte um 1650 Johann Chrysostomus Magnien (gest.1661) die Größe von Atomen.

Dabei lag er im Ergebnis, das erst etwa 250 Jahre später genauer ermittelt werden konnte, nur um einen Faktor 10 über dem wahren Wert – ein angesichts der Größenordnung erstaunlich genaues Ergebnis! Er beschreibt sein Vorgehen wie folgt:

Mehr als einmal habe ich beobachtet, wie sich der Rauch eines verbrannten Weihrauchkornes so verbreitet, dass er einen Raum erfüllt, der mehr als 700 Millionen mal größer ist als das Korn selbst. Da es nun in diesem mit Weihrauch erfüllten Raum keine feststellbare Luftmenge gab, welche keine Dünste enthielt und das Weihrauchkorn etwa die Größe einer Erbse hatte, welche ohne Feuer in mindestens tausend noch vom Auge feststellbarer Teilchen geteilt werden kann, so folgt daraus, dass die Anzahl noch feststellbarer duftender Teilchen in diesem Raum 700.000.000.000 betrug. Aber auch jene einzelnen Teilchen waren ein Konglomerat von verschiedenen Partikeln, und mit großer Wahrscheinlichkeit enthielt jedes von ihnen mindestens eine Million Atome. Aus dieser Berechnung ergibt sich also, dass in diesem Weihrauchkorn, obgleich es selbst nicht größer als eine Erbse war, mindestens 700.000.000.000.000.000 Elementaratome enthalten waren. Daraus kann man ersehen, wie winzig ein Atom ist, und kann erahnen, wie groß die Anzahl der Atome im ganzen Universum sein muss.

Die Größe von Molekülen hat Jean-Baptiste Perrin in Paris um 1910 ermittelt.

Er hatte die Erklärung der Brown'schen Molekularbewegung experimentell genauer überprüfen wollen. Dazu machte er Experimente mit kleinen in Wasser schwimmenden Gummikügelchen bezüglich ihrer Bewegung, Drehung und Höhenverteilung. Die Theorie der Brown'schen Molekularbewegung wurde bestätigt.

Da die Gummikügelchen durch die Wassermoleküle bewegt wurden, konnte Perrin daraus deren Masse und Größe berechnen. Er ermittelte auf diese Weise, dass sich in einem Liter Wasser 3.330.000.000.000.000.000.000.000, d.h. 3,3 Quadrillionen Moleküle befinden!

Andere Messungen, die auf die Reibung von Gasen oder auch Untersuchungen radioaktiver Strahlung zurückgingen, bestätigten diesen Wert sehr gut.

nach Roman U. Sexl: Was die Welt zusammenhält, Stuttgart (dva) 1982, S.90

Atome sind so unvorstellbar klein, dass in einem einzigen Wassertropfen 10^{22} von ihnen (10 Trilliarden) Platz finden. Der englische Physiker Aston (1877 – 1945) brachte dies in folgendes Bild:

Kann jemand, der an irgendeinem Gestade des Stillen Ozeans sein Leben verbringen muss, irgendwie damit rechnen, dass er ein Molekül heimischen Wassers schöpft, wenn ein Freund, wie versprochen, 1/10 Liter Wasser an der Heimatküste in den Ozean schüttet und für eine gleichmäßige Verteilung des Wassers über alle Weltmeere sorgt? Er wird in der Tat in jedem Liter Ozeanwasser, den er an beliebiger Stelle auf der Welt entnehmen kann, etwa 2500 heimatliche Wassermoleküle finden!

nach Höfling, Bd.1, S.429

In einem anderen eingängigen Bild lässt sich die große Anzahl der Atome wie folgt beschreiben:

Jeder von uns atmet bei einem Atemzug etwa 100 Moleküle ein, die Caesar bei seinem letzten Atemzug ausgeatmet hat!

Selbstverständlich lässt sich dieses Bild auf jede andere verstorbene wie auch lebende Person übertragen!

Fundort unbekannt

Jeder von uns besteht bei seinem Tod aus so vielen ständig wieder verwerteten Atomen, dass bis zu einer Milliarde in jedem Menschen vermutlich einst zu Shakespeare gehörte. Jeweils eine weitere Milliarde stammt von Buddha, Dschingis Khan und Beethoven oder jeder anderen Gestalt, die uns einfällt.

Aus der entfernten Vergangenheit müssen sie allerdings stammen, denn es dauert natürlich ein paar Jahrzehnte, bis die Atome aus dem Körper sich wieder verteilt haben; bisher ist also niemand auf diese Weise mit Elvis Presley vereint, so sehr manch einer sich das auch wünschen mag.)

Bill Bryson: Eine kurze Geschichte von fast allem, Darmstadt (WB) 2003, S.175

Ein Atom verhält sich zur Länge einer Linie von einem Millimeter wie die Dicke eines Blattes Papier zur Höhe des Empire State Building.

Bill Bryson: Eine kurze Geschichte von fast allem, Darmstadt (WB) 2003, S.176

Würde man ein Atom auf die Ausmaße einer Kathedrale vergrößern, wäre der Kern nur ungefähr so groß wie eine Fliege – aber die wäre viele tausend mal schwerer als die Kathedrale.

Bill Bryson: Eine kurze Geschichte von fast allem, Darmstadt (WB) 2003, S.183

VORSCHAU

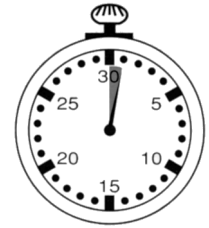


Versuch: Radioaktive Strahlen im Magnetfeld (1)

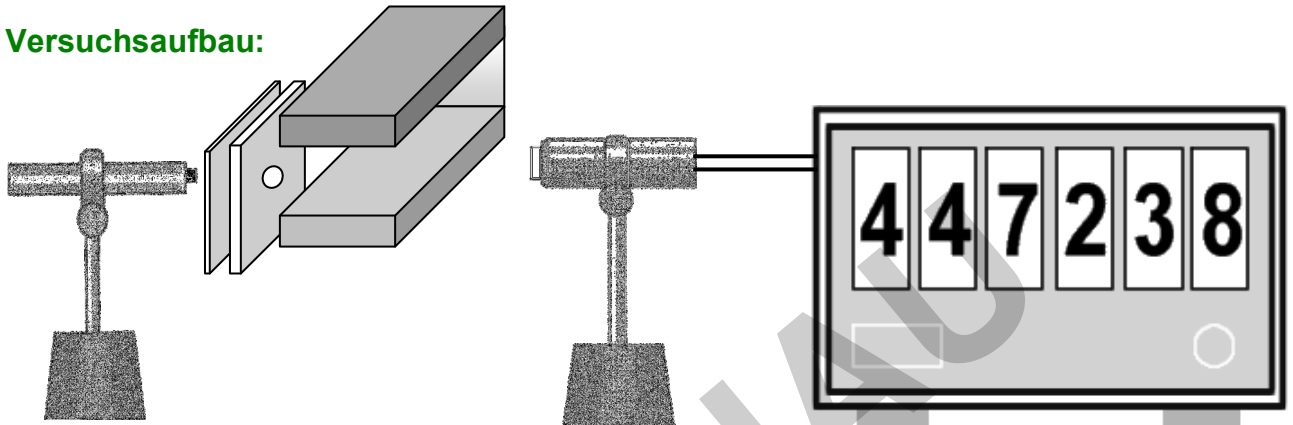
Materialien

Zählrohr
 Zählgerät
 Stoppuhr
 Radium-226-Präparat

Bleibblende mit 3-mm-Loch
 1 Blatt Papier
 2 Scheibenmagnete



Versuchsaufbau:



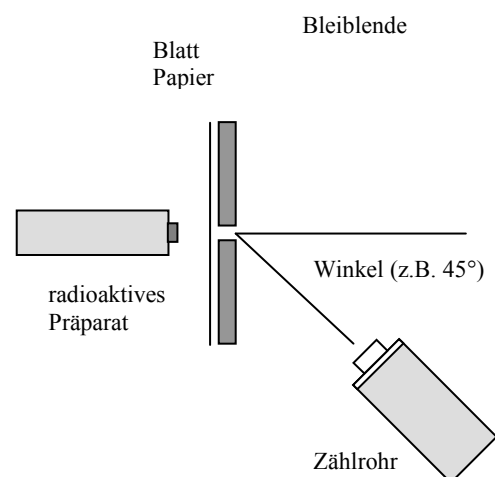
Versuchsdurchführung:

Im Versuch ist die Zählrate eines Radium-226-Präparates bei unterschiedlichen Winkeln zu messen. Das Präparat soll einen Abstand von ca. 0,5 cm von der Lochblende haben. Das Zählrohr muss sich immer in einem Abstand von 5 cm von der Lochblende befinden.

Messprotokoll:

Winkel in Grad	Zeit in s	Anzahl der Impulse / min	
		ohne	mit
		Magnetfeld	
45	60		
30	60		
15	60		
0	60		
- 15	60		
- 30	60		
- 45	60		

Aufsicht:



Versuchsauswertung:

s. Physikheft

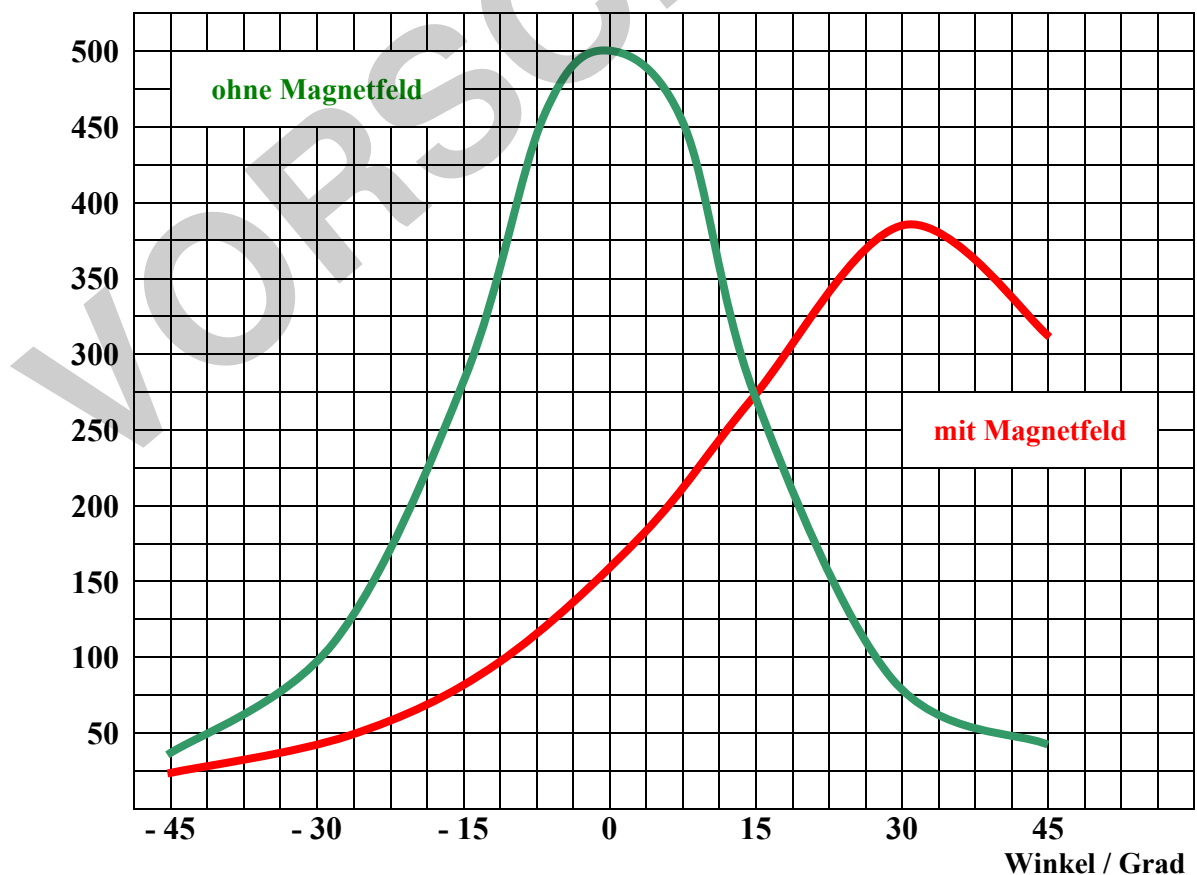
Mit dieser Versuchsanordnung wird die Ablenkung von β -Strahlen in einem Magnetfeld untersucht.

typische Messwerte beim Radium-226-Strahler mit einer Aktivität von 3,33 kBq:

Winkel in Grad	Zeit in s	Anzahl der Impulse / min ohne Magnetfeld um Nulleffekt korrigiert	Anzahl der Impulse / min mit Magnetfeld um Nulleffekt korrigiert
45	60	46	313
30	60	75	386
15	60	276	251
0	60	497	196
- 15	60	352	53
- 30	60	112	39
- 45	60	41	23

graphische Auswertung:

Anzahl der Impulse / min





RADIOAKTIVITÄT 2

7 Stunden

Ionisierende Strahlung

1. Stunde: Der Nachweis radioaktiver Strahlung

Nachdem in der vorangegangenen Unterrichtssequenz der Aufbau der Atome aus Atomkern und Hülle sowie der Aufbau der Atomkerne aus Protonen und Neutronen erläutert worden sind, geht es nun um die radioaktive Strahlung.

Dabei enthält eine Tabelle in der Schule gebräuchliche radioaktive Präparate mit typischen Daten.

Bei den Versuchen ist auf die Einhaltung der Strahlenschutzbestimmungen zu achten! In aller Regel werden die Versuche daher nicht als Schülerversuche durchgeführt, sondern als Demonstrationsversuche. Die Versuchsanleitungen sind daher als Protokollbögen für die Schüler zu verstehen.

In einem ersten Versuch wird die natürliche radioaktive Strahlung nachgewiesen.

Dieser Versuch kann zwanglos vorgeführt werden unter dem ‚Vorwand‘, mit dem Experimentiergerät, also dem Zählrohr und dem Zählgerät, bekannt zu machen. Dabei stellt man den Nulleffekt ‚ganz zufällig‘ fest, da das Zählrohr bereits Impulse wahrnimmt, ohne dass sich ein radioaktives Präparat in der Nähe befindet.

Der Nulleffekt muss bei allen späteren Messungen berücksichtigt und in Abzug gebracht werden. Dabei muss er nicht (wie es natürlich wissenschaftlich exakt wäre) jedes mal neu gemessen werden; vielmehr kann der hier nun einmal gemessene Wert auch in den folgenden Versuchen in Anwendung gebracht werden.

Die Versuchsanleitung ist so formuliert, dass sie den Schülern zur selbstständigen Erarbeitung in die Hand gegeben werden kann, falls genügend Schülerexperimentiersätze vorhanden sind; das Blatt kann aber auch bei Durchführung des Experiments als Demonstrationsexperiment von den Schülern während der Durchführung mit den aufgenommenen Messwerten ausgefüllt werden. (Dies gilt auch für alle folgenden Versuchsanleitungen.)

Bei diesem einführenden Versuch wird mit immer gleichen Messzeiten gearbeitet, um den stochastischen Charakter deutlich zu machen. Für die Schüler ist diese Vorgehensweise leicht einsichtig. Sie können auch leicht nachvollziehen, dass die Zählrate der Zeit proportional ist. Im Zweifel misst man die doppelte oder dreifache Zeit und bestätigt so diese Vermutung.

Bringt man im zweiten Versuch ein radioaktives Präparat (z. B. Radium 226) vor das Zählrohr, ist sofort eine deutlich höhere Zählrate feststellbar.

Hierbei wieder in gleich langen Zeiten zu messen, ist nicht erforderlich, da der stochastische Charakter der Strahlung bereits bekannt ist.

Es muss diesmal über verschiedene Zeiten gemessen werden. Dazu liest man das Zählgerät nach immer gleichen Zeitintervallen ab. Auf diese Weise wird den Schülern bewusst, dass die Radioaktivität dieser Quelle über die Zeit des Experiments unverändert bleibt.

Bei beiden Versuchen genügt eine rechnerische Auswertung.

Es bietet sich an, den Schülern an dieser Stelle die Pioniere der Radioaktivität, nämlich Henri Becquerel sowie Marie und Pierre Curie im Bild und mit einer jeweiligen Kurzbiographie vorzustellen. Dabei sind die Abbildungen auf einer Folie zu präsentieren und die Kurzbiographien mündlich vorzutragen.

2. Stunde: Nachweisgeräte für radioaktive Strahlung

In Ergänzung zur vorangegangenen Stunde über den Nachweis radioaktiver Strahlung können den Schülern zu Beginn dieser Stunde die beiden Informationsblätter zur radioaktiven Strahlung sowie zur Röntgenstrahlung ausgehändigt werden.

Beide Strahlungsarten sind den Schülern namentlich bekannt und werden von ihnen kaum differenziert. Wenn auch die Röntgenstrahlung nicht Thema dieser Unterrichtseinheit sein kann, so sollte sie daher dennoch von der radioaktiven Strahlung abgegrenzt werden.

Die Informationsblätter sind jeweils gleich aufgebaut und können daher nebeneinander gelesen werden:

- Wer entdeckte die jeweilige Strahlung?
- Wann wurde sie entdeckt?
- Wie wurde sie entdeckt?
- Woher stammt sie?
- Wurde ihre Entdeckung gewürdigt?
- Was bedeuten gewisse Einheiten?

Zu beiden Strahlungsarten kann man anekdotische Anmerkungen machen.

Im Anschluss werden verschiedene Möglichkeiten der Registrierung ionisierender Strahlung vorgestellt.

- Geiger-Müller-Zählrohr
- Ionisationskammer
- Wilson'sche Nebelkammer

Zum jeweiligen Nachweisgerät werden weitergehende Informationen geliefert.

Abschließend werden vergleichend folgende Daten angeführt:

- Art der Füllung
- Angelegte Spannung
- Herkunft der radioaktiven Strahlung
- Beobachtbare Größe
- Deutung der Messgröße
- Nachteil des jeweiligen Geräts

3. Stunde: Verschiedene Strahlungsarten (1)

Experimentell werden α -, β - und γ -Strahlen untersucht hinsichtlich

- Ablenkbarkeit durch ein Magnetfeld
- Reichweite
- Durchdringungsvermögen

Dabei steht zunächst die Unterscheidung in die drei Strahlenarten an, d.h. die Ablenkbarkeit durch ein Magnetfeld.

Im ersten Teilversuch werden dazu die β -Strahlen untersucht. Ihre Ablenkung ist auffällig und mit der vorgestellten Versuchsanordnung leicht messbar.

Im zweiten Teilversuch wird die Ablenkbarkeit von γ -Strahlen durch Magnetfelder untersucht. Hier ist keine Ablenkung feststellbar.

Den Schülern sollte bewusst werden, dass offenbar die unterschiedliche Abschirmung der Strahlen Einfluss auf den Versuchsablauf genommen hat. Damit ist zugleich der Versuch, bei dem das Durchdringungsvermögen der Strahlung untersucht wird, legitimiert.

Bei der Auswertung des Versuchs zur Ablenkung der β -Strahlen ist auf die graphische Darstellung Wert zu legen.

Die nicht vorhandene Ablenkbarkeit der γ -Strahlen wird auch allein an den abgelesenen Zählraten deutlich erkennbar.

Ein Versuch, der die Ablenkung von α -Strahlen im Magnetfeld zeigt, verbietet sich in der Schule angesichts des Aufwandes. Das Ergebnis ist einfach zu benennen.

Eine Folie stellt die Versuchsergebnisse schematisch zusammengefasst dar.

Dabei werden an dieser Stelle des Unterrichtsganges zwar die drei Strahlenarten genannt; es wird aber zunächst noch nicht geklärt, worum es sich bei den einzelnen Strahlen handelt. Dies soll der Besprechung der Zerfallsprozesse im Atomkern vorbehalten bleiben. Es geht hier nur um die Wahrnehmung des Phänomens unterschiedlicher Strahlenarten.

5. Stunde: Zerfallsprozesse im Atomkern

Die Prozesse im Atomkern, die zum Zerfall führen, werden eingehender beschrieben.

Dabei ist nun auch auf die Frage einzugehen, wie sich die drei Strahlenarten unterscheiden.

Einen Ansatz dazu bietet die vorangegangene Versuchsreihe, die nun diesbezüglich auszuwerten ist.

In einem systematischen Vergleich werden die Versuchsergebnisse interpretiert.

Bei den β -Teilchen wird dabei zunächst nicht nach β^- - und β^+ -Zerfall unterschieden. Diese Unterscheidung erscheint in der Sekundarstufe 1 ohnehin nicht als unproblematisch, ist aber zwingend notwendig, wenn man später mit der Nuklidkarte arbeiten und Zerfallsreihen interpretieren möchte.

Im Folgenden werden die Zerfallsprozesse systematisch vergleichend dargestellt. Methodisch erscheinen diese völlig analog formulierten Darstellungen zwingend, weil so dem Schüler der Zugang zu diesem für ihn doch recht schwierigen Stoff deutlich erleichtert werden kann.

In den Graphiken sind jeweils Massen- und Protonenzahl angegeben. Auf den weniger anschaulichen Begriff Kernladungszahl wird bewusst verzichtet.

Eine gewisse Vertrautheit mit den hier verwendeten Begriffen ist durch Einführung dieser Begrifflichkeiten in der vorangegangenen Unterrichtseinheit über den Aufbau der Atomkerne bereits geschaffen worden.

Wenn in den Folien formuliert ist: „Weitere Experimente zeigen ...“, so ist hier eine didaktische Reduktion vorgenommen, die an dieser Stelle wohl unumgänglich ist. Die Experimente sind allenfalls dem Oberstufenunterricht vorbehalten.

Bewusst wird auch auf eine abstrakte Formulierung (Massenzahl $A = \text{Protonenzahl } Z + \text{Neutronenzahl } N$) verzichtet. Da eine Vertiefung des Themas erst in der Sekundarstufe 2 möglich ist, sollen die konkreten Beispiele an dieser Stelle genügen.

Wem die problematische Unterscheidung in β^- - und β^+ -Zerfall zu heikel erscheint, der sollte an dieser Stelle didaktisch reduzieren und β^- -Teilchen schlicht mit Elektronen gleichsetzen. Damit entfallen auch Bemerkungen über das Positron als Antiteilchen (dieser Begriff kann natürlich entfallen!) des Elektrons.

Ebenso lässt sich in der Graphik zum γ -Zerfall der Begriff Gammaquant oder auch Photon tilgen und durch γ -Strahl ersetzen.

Am Ende der Stunde sollten die Schüler die Systematik der Kernumwandlung verstanden haben.