



Im Atomlabor haben Sie die Möglichkeit, im Rahmen einer **kurzen Einführung** durch eine Betreuungsperson einige wichtige Grundbegriffe und die Experimentierstationen kennen zu lernen.

Die Einführung findet statt: Für reservierte Schulklassen nach Vereinbarung vor Ort, sowie während der allgemeinen Öffnungszeiten zu bestimmten Zeiten (Uhr beachten). Treffpunkt ist bei der Uhr.

Fachbegriffe kurz und bündig

Ist Ihr persönlicher Teilchenzoo mit Myonen, Mesonen, Bosonen, Neutronen, Photonen, Protonen, Neutrinos oder etwa gar Protrinos durcheinandergekommen? Was war schon wieder der Unterschied zwischen Alpha- und Betastrahlung? Kein Problem, die Computerstation mit den wichtigsten Definitionen und Erklärungen aller Begriffe hilft Ihnen schnell und leicht auf die Sprünge.

Ein Atom – zehnmilliardenfach vergrößert!

Atome sind klein – sehr klein, wobei der Atomkern noch viel kleiner ist als die ihn umgebende Hülle. Dieses Modell stellt eine zehnmilliardenfache Vergrößerung dar. Dabei misst der Atomkern, dargestellt durch einen Laserlichtpunkt, gerade mal $\frac{1}{20}$ mm bei einem Meter Hüllendurchmesser! Obwohl der Kern rund 50 000 mal kleiner ist als seine Elektronenhülle, enthält er 99.95% der ganzen Atommasse!



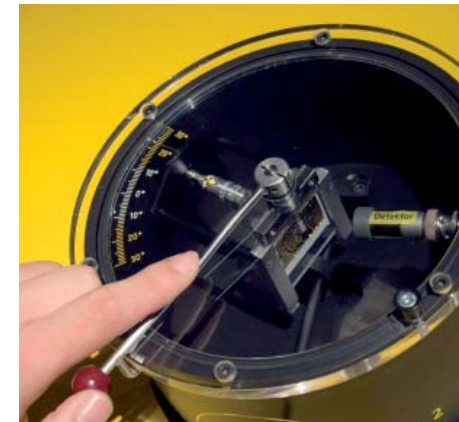
Alphateilchen lassen Funken springen.

Ionisierende Strahlung von Alphateilchen (= Heliumkerne) aus einer Americium-Quelle macht die Luft elektrisch leitfähig. Gelangen die Strahlen auf ein Hochspannungsgitter, springen dort Funken über. Doch bereits ein Zeitungspapier zwischen Quelle und Gitter schirmt die Strahlung ab, sodass es zu keinen Funkenüberschlägen mehr kommt.



Atomkerne sind schwer zu treffen.

Nachdem J.J. Thomson um 1896 das Elektron entdeckt hatte, glaubte man, dass sich Elektronen und Protonen in einem Atom (ähnlich wie in einem Pudding) gleichmässig verteilt. 1909 beobachtete E. Rutherford jedoch, dass beim Beschuss einer dünnen Goldfolie mit Alphateilchen (= Heliumkerne), eines von 8000 Teilchen in seiner Richtung stark abgelenkt wird. Dies lässt sich nur damit erklären, dass alle schweren positiven Ladungsträger (Protonen) des Atoms sich auf einen unglaublich kleinen Raum im Atomkern konzentrieren. Kommt ein Alphateilchen (ebenfalls positiv geladen) einem (positiven) Atomkern sehr nahe, wird es durch die abstossende Wirkung stark abgelenkt, manchmal sogar rückwärts geschleudert.





Harte Gamma-Quanten

Gammastrahlen sind wie die Röntgenstrahlen durchdringend. Zum Abschirmen benötigt man bedeutend dickere Schichten als bei Alpha- oder Beta-Strahlen. Materialien, die chemische Stoffe mit hoher Ordnungszahl enthalten (z.B. Blei), sind besonders zur Abschirmung geeignet.

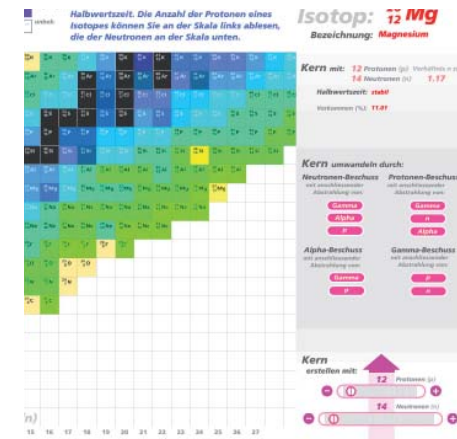


Halbwertszeit: Zufall und doch Gesetz

Wann genau ein bestimmter Atomkern einer Probe zerfällt, kann niemand mit Sicherheit sagen! Doch lassen sich Wahrscheinlichkeiten angeben, innerhalb welcher Zeitspanne die Hälfte der Probe «zerfallen» müsste. Bei diesem Experiment wird der Zerfallsverlauf von Radon 220, welches eine Halbwertszeit von 55 sec besitzt, gemessen. Die Anzeigesäulen zeigen die Anzahl der zerfallenen Atomkerne jeweils innerhalb von 15 Sekunden an. Zusätzlich erlaubt eine computergestützte Besucherführung, die einzelnen Mess- und Berechnungsvorgänge Schritt für Schritt durchzuführen und auszuwerten.

Im Tal der Isotopen

Elemente unterscheiden sich durch die Anzahl ihrer Protonen. Von jedem Element gibt es mehrere Isotope, die sich in ihrer Neutronenzahl, und dadurch ihrer Masse, unterscheiden. Ca. 3000 Isotope sind bekannt, die wenigsten jedoch sind stabil. Diese Computerstation ist eine interaktive Nuklidkarte, an der Isotope virtuell zusammengebaut und verändert werden können. Zudem lassen sich die Folgeprodukte des radioaktiven Zerfalls identifizieren. Eine Demoversion der Software ist unter www.technorama.ch downloadbar.



Warum Teilchenbeschleuniger gigantisch sind.

Alphateilchen (Helium-Kerne) sind im Vergleich zu Elektronen schwer – 7200 mal schwerer. In unserem Versuch zwingt ein beachtlich starker Magnet das Alphateilchen auf eine gekrümmte Bahn, welche fortgeführt einen Durchmesser von 1.2 Meter hätte. Im Gegensatz zu diesem Experiment ist die Teilchenenergie in Beschleunigern wie am CERN millionenfach höher! Nur dank supraleitender Magnete und 10 000 mal grösseren Kreisen bleiben die Teilchen im Beschleuniger auf ihrer Bahn.





Elektronen und Antielektronen im Magnetfeld

Unterschiedlicher könnten Zwillinge nicht sein! Eine radioaktive Probe sendet Elektronen aus, welche durch einen Magneten abgelenkt werden können. Eine andere Probe emittiert Positronen, Antiteilchen des Elektrons. Mit demselben Magneten werden sie in die andere Richtung abgelenkt.



Wenn Materie auf Antimaterie trifft

Begegnet ein Elektron (Materie-Teilchen) seinem Gegenstück, dem Positron (Antimaterie-Teilchen), lösen sich beide schlagartig auf. Die dabei entstehende Energie in Form von Gammastrahlung entspricht exakt den verschwundenen Massen ($E=mc^2$) und strahlt in genau entgegengesetzter Richtung ab. Die Anzahl dieser «Vernichtungen» (Anihilationen) kann man messen, indem man mit zwei einander gegenüberliegenden Detektoren gleichzeitig eintreffende Gamma-Impulse zählt. Der Positronen-Emissions-Tomograph (PET), ein bildgebendes Verfahren in der Medizin, funktioniert nach diesem Prinzip.

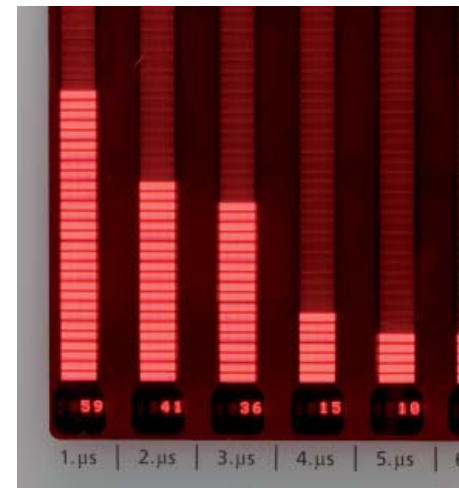
Das Myonen-Teleskop

Das Myon ist ein instabiles Elementarteilchen, das dem Elektron gleicht, jedoch eine deutlich höhere Masse aufweist. Es entsteht durch die Kollision kosmischer Strahlung mit unserer Atmosphäre. Beim Durchqueren von zwei Szintillationsplatten aus speziellem Kunststoff erzeugen die Myonen in beiden Platten einen kurzen Lichtblitz. Wenn in beiden Platten im gleichen Bruchteil einer Mikrosekunde ein Zählimpuls registriert wird, darf man annehmen, er stamme vom gleichen Teilchen. Damit ist auch die ungefähre Richtung bestimmt, aus der das Myon gekommen sein muss.



Kurzlebige Myonen

Myonen verursachen beim Durchgang durch einen Block aus fluoreszierendem Kunststoff winzige Lichtblitze. Zerfällt ein Myon zufälligerweise in diesem Block, blitzt es kurz darauf ein zweites Mal. Der zeitliche Abstand zwischen diesen Blitzen ist ein Maß für die Lebensdauer des Myons, die bei 2.2 Mikrosekunden liegt. Wenn Myonen in der Atmosphäre entstehen, brauchen sie aber beinahe 80 Mikrosekunden, bis sie die Erdoberfläche erreichen! Wie kommt es, dass man sie hier unten detektieren kann, wenn sie bloss 2.2 Mikrosekunden «leben»? Die Antwort liegt in der Relativität der Zeit des fast lichtschnellen Myons!





Wie bremst man schnelle Elektronen?

Betastrahlung entsteht beim Zerfall radioaktiver Kerne durch Aussenden von Elektronen. Diese werden beim Durchgang durch Materie unterschiedlich stark abgebremst bzw. absorbiert. Mehrere Stoffe wie Holz, Leder, Plexiglas, Metall usw. lassen sich auf ihre Absorptionsfähigkeit untersuchen.

Radioaktivität – überall

Tagtäglich sind wir von natürlichen radioaktiven Quellen umgeben. An dieser Station können verschiedene natürliche Stoffe auf ihre Radioaktivität geprüft werden. Kaum zu glauben, dass der menschliche Körper beinahe $\frac{1}{6}$ der jährlichen Strahlendosis über das unentbehrliche Kalium aufnimmt! Ebenfalls verblüffend: Der stärkste Strahler, mit dem die Besucher(innen) in dieser Ausstellung in Berührung kommen, ist uranhaltiges Gestein aus dem Tessin.

Röntgen Quanten absorbiert und gestreut

Wahrscheinlich wurden wir alle schon einmal geröntgt – wir wissen, dass Röntgenstrahlung unseren Körper durchdringt. Sie kann aber auch durch geeignete Materialien abgeschirmt werden. Eine Röntgenröhre strahlt von oben durch verschiedene Materialien bzw. gleiches Material unterschiedlicher Dicke, die nacheinander mittels Drehknopf in den Röntgenstrahl gebracht werden. Ein erster Strahlendetektor misst die Strahlendurchlässigkeit der Materialien (Transmission). Diese können aber auch einen gewissen Teil der Röntgenstrahlung rückstreuen (Reflexion) – dies kann mit einem zweiten Strahlendetektor untersucht werden. Bleiglas weist eine sehr gute Strahlungsabschirmung auf, so dass ein direkter Einblick für die Besucher möglich ist.





Teilchen-Spuren im Nebel (Willson-Nebelkammer)

Schon mal ein Myon gesehen? Nun, sehen kann man die elektrisch geladenen Teilchen in der Diffusions-Nebelkammer zwar nicht direkt, doch immerhin hinterlassen Alpha- oder Beta-Teilchen sowie Myonen ihre Spuren in Form eines deutlich sichtbaren Kondensations-Streifens. Die durchfliegenden Teilchen ionisieren längs ihrer Bahn die Luft, an den verbleibenden Ionen kondensiert sich dann der übersättigte Alkoholdampf.

Typische Spur eines Alphateilchens wie sie sich während ein bis zwei Sekunden zeigt.



Elementarladung: das Elektrizitätsatom (Millikan-Versuch)

Ende des 19. Jahrhunderts wurde deutlich, dass elektrische Ladung stets durch kleinste materielle Teilchen hervorgerufen wird. Diese kleinsten Teilchen – gewissermaßen die „Atome der Elektrizität“ erhielten den Namen Elektronen. Robert Millikan bestimmte erstmalig die Größe der „Elementarladung“ eines einzelnen Elektrons. Dieser Versuch ist eine Variante der Millikan-Versuche, statt Öltröpfchen werden hier Wassertropfen elektrisch geladen und ihre Ablenkung im elektrischen Feld untersucht.

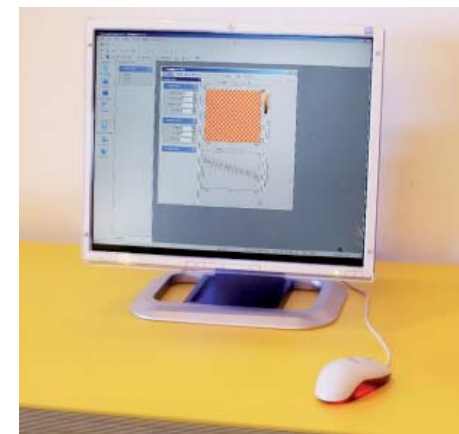
Atome kann man abtasten.

Eine Wanderung entlang den Gebirgszügen der Atome! Beim Rastertunnelmikroskop wird mit einer kleinen Spitze aus Platin-Iridium-Draht, die nur wenige Atomdurchmesser misst, die Oberfläche einer Probe abgetastet. Und dies berührungsfrei, da bereits bei geringem Abstand zwischen Probe und Spitze ein kleiner Strom fließt, welcher benutzt wird, um den Abstand der Spitze zur Oberfläche konstant zu halten. So erhält man ein Oberflächenprofil.



Atome kann man abtasten – Übungstisch

Nach Vereinbarung vor Ort können Studenten und Schüler der Sekundarstufe II unter Anleitung einer Betreuungsperson des Jugendlabors am Übungstisch mittels eines Demonstrationsprogramms die Parameter für das Bedienen des Rastertunnelmikroskops kennenlernen und einüben. Danach dürfen sie, wiederum begleitet, selber eine echte Probe am Gerät scannen.



Wird das Demonstrationsprogramm nicht gebraucht, läuft inzwischen am Computermonitor ständig ein Film über den inneren Aufbau und die Funktionsweise des Rastertunnelmikroskops.

