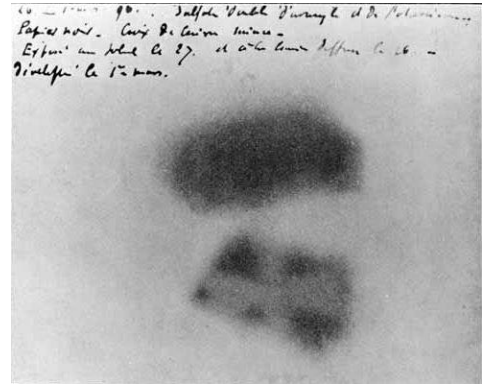


## Text 1 Expertengruppe A: Die Entdeckung der Radioaktivität

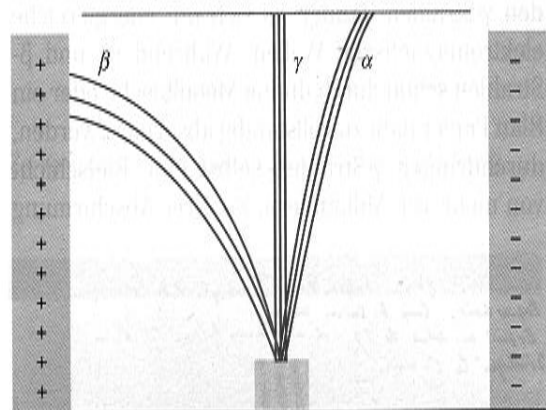
Legt man ein Stück **Uranerz** auf einen lichtdicht verpackten Film, so erkennt man nach einigen Tagen die Umrisse des Uranerzes auf dem Film. 1896 entdeckte der französische Physiker **Henri Becquerel** durch diese Beobachtung, dass es Stoffe gibt, welche unsichtbare Strahlen aussenden, die die lichtdichte Verpackung eines Films durchdringen können und den Film schwärzen. Nur Metallgegenstände wie z.B. das rechts auf der Originalnotiz von Becquerel zu sehende Malteserkreuz können die Strahlen aufhalten und erzeugen ein entsprechendes Bild.



Wenig später stellte man die gleiche Strahlung auch bei **Thorium** fest. 1898 entdeckten **Pierre und Marie Curie** bei der Suche nach weiteren strahlenden Stoffen die Metalle **Polonium** (nach dem Geburtsland von Maria Sklodowska Curie) und **Radium** (nach lat. Radius = Strahl). Radium strahlt ca. 1 000 000 mal intensiver als Uran, tritt aber nur als Begleiter des Urans in geringen Spuren im Uranerz auf. Marie Curie musste eigenhändig mehrere Tonnen dieses Erzes in Salzsäure auflösen, um 1 g Radium zu isolieren. Durch den täglichen Umgang mit diesen Stoffen wurden u.a. die Notizbücher von Marie Curie so stark verstrahlt, dass sie heute noch gefährlich radioaktiv sind. Sie erhielt im Jahr 1903 den **Nobelpreis in Physik** für ihre Untersuchungen zur **Radioaktivität** und 1911 einen weiteren **Nobelpreis in Chemie** für die Entdeckung des **Radiums**. Pierre Curie kam 1908 durch einen Verkehrsunfall mit einer Kutsche ums Leben, so dass Marie die beiden Kinder Eve und Irène alleine großziehen musste. Aufgrund ihrer Leistungen und ihres selbstbewussten Auftretens wurde Marie Curie von der konservativen französischen Presse jahrelang angefeindet und musste zeitweise unter falschen Namen leben sowie im Ausland Zuflucht suchen.

Der von Pierre und Marie Curie eingeführte Begriff **Radioaktivität** beschreibt die dauerhafte und von keinerlei äußeren Einflüssen abhängige Strahlung bestimmter Atomsorten. Die radioaktiven Strahlen mussten daher aus dem **Inneren der Atome** kommen und wurden intensiv untersucht, um Erkenntnisse über ihren Aufbau zu gewinnen. 1935 erhielt **Irène Joliot-Curie** für die Entdeckung der **künstlichen Radioaktivität** den dritten Nobelpreis der Familie Curie. Diese „ansteckende“ Eigenschaft radioaktiver Strahlen, beliebige Materialien selbst radioaktiv zu machen (zu „**verstrahlen**“) ist neben der Unsichtbarkeit und der verzögerten biologischen Wirkung ein Hauptgrund für ihre Gefährlichkeit. Marie Curie erlebte den Triumph ihrer Tochter nicht mehr und starb 1934 an **Leukämie**.

Die **Auftrennung** der radioaktiven Strahlen in drei verschiedene Arten durch die rechts abgebildete Anordnung gelang bereits im Jahr 1897 **Ernest Rutherford**.  $\alpha$ -Strahlen werden zur negativ geladenen Platte gezogen und sind daher positiv geladen.  $\beta$ -Strahlen streben zur positiven Platte und müssen daher eine negative Ladung tragen. Die  $\gamma$ -Strahlen ändern ihre Richtung nicht und tragen keine Ladung. Für die nachfolgende Charakterisierung der drei Strahlungsarten erhielt Ernest Rutherford 1908 den **Nobelpreis für Chemie**.



**$\alpha$ -Strahlen** bestehen aus Teilchen, die **viermal so schwer wie Wasserstoffatome** sind, aber um das 100 000 fache kleiner. Diese Teilchen sind **zweifach positiv geladen**.  $\alpha$ -Strahlen haben in der Luft nur eine Reichweite von wenigen Zentimetern und werden schon von einem Blatt Papier oder der menschlichen Haut aufgehalten.

**$\beta$ -Strahlen** bestehen aus extrem leichten, **einfach negativ geladenen** Teilchen, den **Elektronen**. Sie können dünne Metallbleche durchdringen, aber keine dickeren Gegenstände wie z.B. ein Holzbrett oder ein Buch.

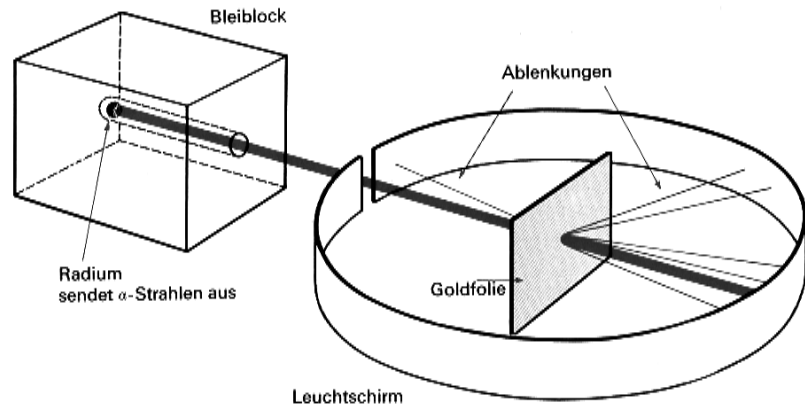
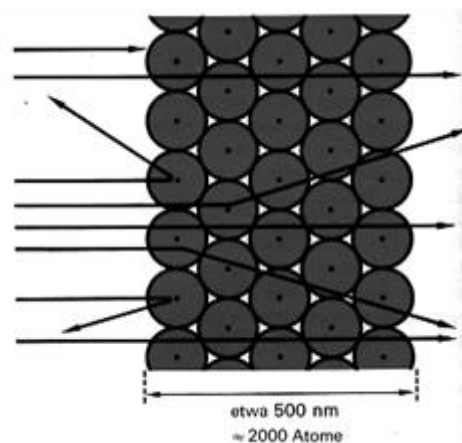
**$\gamma$ -Strahlen** sind hochenergetische Röntgenstrahlen. Sie tragen keine Ladung und werden im elektrischen Feld auch nicht abgelenkt. Ähnlich wie Röntgenstrahlen können sie auch dickere Körper durchdringen und werden nur durch dicke Bleiplatten oder meterdicken Beton aufgehalten.

## Text 2 Expertengruppe A: Der Streuversuch von Rutherford

Radioaktive Strahlung durchdringt fast alle Materialien und lässt sich durch physikalische oder chemische Mittel nicht beeinflussen. Hitze, Druck, Explosionen, ätzende Säuren und Laugen können der Radioaktivität nichts anhaben. Sie muss also aus dem Inneren der Atome kommen. Viele Wissenschaftler versuchten daher durch die Untersuchung der Radioaktivität Aufschluss über den Aufbau der Atome zu gewinnen.

**Ernest Rutherford** hatte bereits mit 26 Jahren in **Montreal** radioaktive Strahlung in drei Arten ( $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ) auftrennen können und damit internationales Ansehen und einen lukrativen Lehrauftrag in **Manchester** erworben. Erkenntnisse über den Aufbau der Atome hatte er damit aber **nicht** gewonnen. Er ging daher ab 1909 einen **umgekehrten Weg**:

Er beschloss eine extrem dünne, nur aus ca. 2000 Atomlagen bestehende Goldfolie mit  $\alpha$ -Strahlung einer Radiumprobe und versuchte nun, aus der Durchlässigkeit der Goldatome Rückschlüsse über deren Aufbau zu gewinnen. Dies gelang ihm auf spektakuläre Weise.



Rutherford erwartete, dass es den schweren  $\alpha$ -Teilchen nicht gelingen würde, 2000 hintereinanderliegende ebenfalls sehr schwere und große Goldatome zu durchdringen. Rund um die Goldfolie hatte er einen Schirm aus **Fotopapier** bzw. später ein **Leuchtschirm** (wie in alten Fernsehern) aufgespannt, um den Weg der  $\alpha$ -Strahlen **sichtbar** zu machen. Umso überraschter war er, als er feststellte, dass von 8000  $\alpha$ -Teilchen nur eines durch die Goldfolie zurückgeworfen wurde. Alle anderen konnten die Goldfolie fast ungehindert passieren. Rutherford schloss daraus, dass die Atome im Wesentlichen **leer** sind. Nur ein ganz kleiner Teil der Atome schien solide genug zu sein, um die  $\alpha$ -Teilchen aufzuhalten. Er nahm an, dass dieser feste Teil im Zentrum der Atome liegt und bezeichnete ihn als **Atomkern**. Da die positiv geladenen  $\alpha$ -Teilchen von den Atomkernen abgestoßen und nicht angezogen wurden, mussten diese Atomkerne **positiv geladen** sein.

Die **Atomhülle** ist 100 000 mal größer als der Kern, und enthält die sehr leichten und frei beweglichen **Elektronen**, deren negative Ladung notwendig ist, um die positive Ladung des Atomkerns auszugleichen. Elektronen waren schon seit längerem bekannt, denn sie lassen sich durch bloße Reibung, Licht, Wärme oder chemische Reaktionen leicht von einem Stoff ablösen. Elektron ist der griechische Name für **Bernstein**, der sich durch Reiben mit Katzenfell besonders gut elektrisch aufladen lässt. Ihre negative Ladung und ihre sehr kleine Masse waren schon 1897 durch **J.J. Thomson** in **Cambridge** und seinem Doktoranden **Ernest Rutherford** durch Experimente mit **Gasentladungsröhren**, den Vorläufern der heutigen **Leuchtstoffröhren** recht genau bestimmt worden.

Schon seit mehr als hundert Jahren war bekannt, dass die Massen aller Atome ganzzahlige Vielfache der Masse des Wasserstoffatoms sind. Wasserstoff musste also eine Art Grundbaustein aller Atome sein. Kurz vor seinem Wechsel nach Cambridge gelang es Rutherford im Jahre 1919, einen **Wasserstoffkern** durch Beschuss mit  $\alpha$ -Strahlen aus Stickstoff abzuspalten. Diesen Grundbaustein aller Atomkerne nannte er **Proton** (nach griechisch *protos* = *der erste*). Ein Wasserstoffatom besteht also aus einem sehr leichten, in der Hülle frei beweglichen Elektron, welches von einem 2000 mal so schweren, positiv geladenen Proton im Kern angezogen wird.

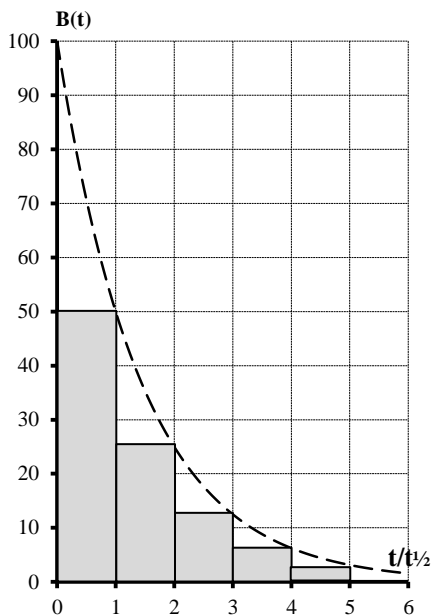
Es musste aber noch einen zweiten Kernbaustein geben, denn schon der Kern des **Heliumatoms** hat zwar die **vierfache Masse** aber nur die **zweifache Ladung** des **Wasserstoffkerns**. Dieses dritte Teilchen musste auch dafür verantwortlich sein, dass die sich gegenseitig abstoßenden Protonen auf engstem Raum im Kern zusammenhalten. Rutherford taufte dieses neutrale Teilchen 1920 **Neutron**. Der sehr schwierige Nachweis einzelner Neutronen gelang erst seinem Schüler **James Chadwick** im Jahr 1932.

## Text 3 Expertengruppe A: Ernest Rutherford



Wie ihr meinem Namen vielleicht schon ansehen könnt, stammt meine Familie aus England. 1871 wurde ich aber in **Neuseeland** geboren, wohin meine Eltern von meiner Geburt ausgewandert waren, um **Flax** anzubauen. Allerdings war ich ein sehr guter Schüler und bekam schon als Teenager ein Stipendium für ein Studium an der Universität von Neuseeland in **Christchurch** auf der Südinsel. Das Studium schloss ich bereits im Alter von 21 Jahren ab. Nur drei Jahre später erhielt ich aufgrund meiner Arbeiten über neuartige **Radioempfänger** ein weiteres Stipendium für die weltbekannte Universität in **Cambridge in England**. Dort untersuchte ich mit meinem Lehrer, Professor **Joseph John „JJ“ Thomson** das Verhalten von **Gasen**, welche unter dem Einfluss von **Röntgenstrahlen** nicht nur anfangen zu **leuchten**, sondern auch den **elektrischem Strom leiten**. Wählt man die Gase geschickt aus, so kann man sich die Röntgenstrahlen sparen und erhält die Leuchtwirkung schon durch Anlegen einer genügend hohen Spannung. Heute kann man solche **Leuchtstoffröhren** in jedem Baumarkt kaufen, aber wir waren vor hundert Jahren noch nicht so weit. Wir erklärten die Leuchtwirkung und die Leitfähigkeit damit, dass die Röntgenstrahlen offenbar geladene Teilchen aus den Gasteilchen herausschlagen können, welche den Ladungstransport übernehmen und andere Gasteilchen bei der Kollision zum Leuchten bringen. Durch das Ablenkungsverhalten dieser Leuchterscheinung zwischen geladenen Metallplatten konnten wir Ladung und Masse dieser Teilchen recht genau bestimmen. Es schien sich um die schon lange gesuchten **Elektronen** zu handeln, die für die elektrische Aufladung von Gegenständen durch Reibung verantwortlich gemacht wurden.

Aufgrund dieser Arbeiten erhielt ich das 1898 das Angebot einer Professorenstelle an der Mc-Gill-Universität in **Montreal** und konnte mit diesem Gehalt nun endlich um die Hand von Mary Newton anhalten, mit der ich schon seit unseren Jahren in Neuseeland verlobt war. Wir heirateten im Jahr 1900 und im folgenden Jahr kam unsere Tochter Mary Eileen zur Welt.

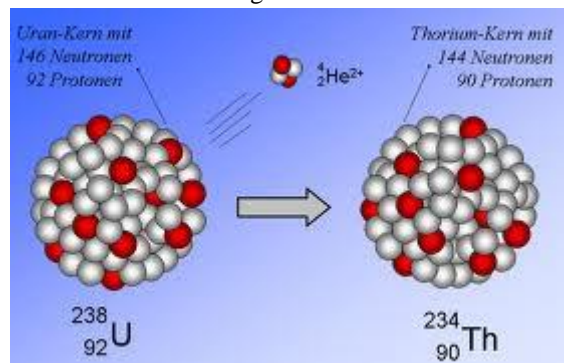


Ebenso wie die Familie Curie war ich fasziniert von **Henri Bequerels** Entdeckung einer neuartigen starken Strahlung, die von Uranerzen ausgeht und anders als z.B. Röntgen- oder Radiowellen keine Energiezufuhr von außen benötigt. Während sich die Curies auf die Suche nach weiteren strahlenden Materialien konzentrierten, beschäftigte ich mich mit den Eigenschaften der Strahlung selbst. Ich fand heraus, dass die neuen Strahlen sich nach Durchdringungsvermögen und Verhalten im elektrischen Feld in  **$\alpha$ -**,  **$\beta$**  und  **$\gamma$ -Strahlen** unterscheiden lassen. Außerdem konnte ich nachweisen, dass das **Uran** durch Aussenden der „radioaktiven“ (der Name stammt von Madame Curie) Strahlen in **Thorium** verwandelt wird. Dabei nimmt die Zahl der Uranatome immer nach der gleichen **Halbwertszeit  $t_{1/2}$**  um die Hälfte ab. Dazu musste ich die Abnahme der Zahl  $B(t)$  der Uranatome äußerst genau messen, denn die Halbwertszeit beträgt unglaubliche **4,47 Milliarden Jahre!**

Zunächst glaubte mir niemand, dass sich die Atome beim radioaktiven Zerfall in andere Atome umwandeln. Atome galten als unteilbare und unveränderliche Grundbausteine der Materie. Ich wurde als Scharlatan verspottet, der den mittelalterlichen Alchemistentraum von der Elementumwandlung wiederbeleben wolle. Ich hatte aber meine Experimente in Montreal sauber dokumentiert, so dass immer mehr Kollegen in der Lage waren, sich anhand selbst durchgeführter Versuche von der Richtigkeit meiner

Ergebnisse zu überzeugen. Schließlich erhielt ich für diese Arbeiten mit 37 Jahren den **Nobelpreis für Chemie**.

Meine bekanntesten Ergebnisse erzielte ich erst **nach** meiner Zeit in **Montreal** in **Manchester** und **Cambridge**: die Entdeckung des **Atomkerns** beim Beschuss von Goldfolie mit  $\alpha$ -Teilchen; die Entdeckung und Benennung des **Protons** beim Beschuss von Stickstoffatomen mit  $\alpha$ -Teilchen, und schließlich die Vorhersage und den Nachweis der **Neutronen** durch meinen Mitarbeiter **James Chadwick**.



## Arbeitsblatt Expertengruppe A

Diese Aufgaben werden euch helfen, zu Experten für wichtige Entdeckungen zum Aufbau der Atome zu werden. Bearbeitet zunächst diese Aufgaben auf dem Arbeitsblatt und im Heft. Denkt an die Überschrift! In den folgenden Stunden werdet ihr den Experten der Gruppen B und C dabei helfen, diese Aufgaben ebenfalls zu lösen. Umgekehrt werden die anderen Experten euch bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter B und C unterstützen. Zum Schluss hat dann jeder Experte alle drei Blätter bearbeitet.

### Aufgabe 1

Lies den Text 1 zur Entdeckung der Radioaktivität und beantworte die folgenden Fragen:

- Was ist Radioaktivität, von wem wurde sie entdeckt und wer ist für den Namen verantwortlich? Beantworte diese Fragen in ganzen Sätzen in deinem Heft.
- Welche Formen radioaktiver Strahlen gibt es und wie verhalten sich diese? Ergänze dazu die Tabelle:

Name	besteht aus	Ladung	wird aufgehalten durch

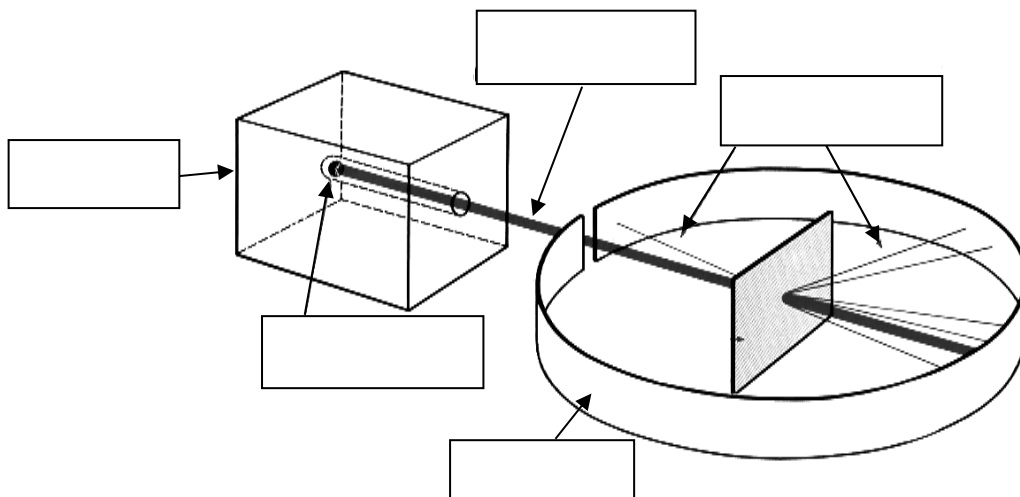
### Aufgabe 2

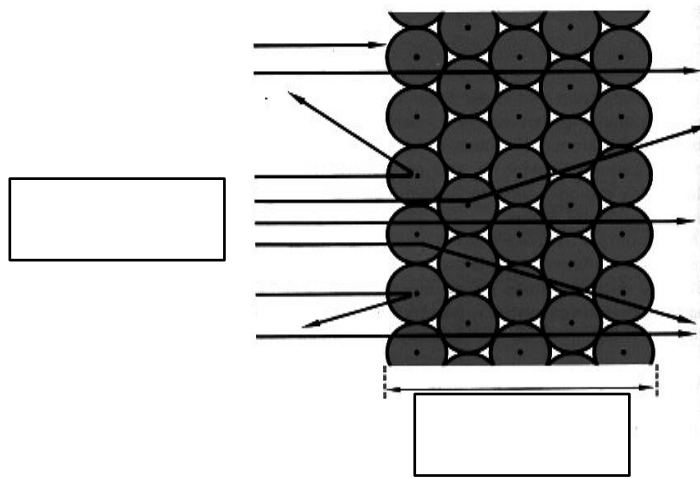
- Führe den Modellversuch im Obstkarton genau dreißig Mal durch. Lege dazu ein Buch oder Federmäppchen unter die Startfläche, so dass eine schiefe Ebene entsteht. Lass eine Kugel aus ca. 2 cm Höhe auf das Startfeld fallen und beobachte ihren Weg. Notiere mit einer Strichliste, ob die Kugel eine Schraube (1) trifft, (2) streift oder (3) ungehindert passiert.
- Formuliere die **Durchführung** des Versuches in eigenen Worten mit zwei oder drei ganzen Sätzen in deinem Heft.
- Skizziere den **Aufbau** des Modellversuchs.
- Notiere das Ergebnis der Strichliste als **Beobachtung** in dein Heft.
- Zur **Auswertung**: Angenommen, die Schrauben wären **unsichtbar** wie die Atome. Welche Rückschlüsse lassen sich aus der Beobachtung b) über die **Dicke** der Schrauben ziehen? Formuliere z.B. folgendermaßen in deinem Heft: Je häufiger ein Treffer oder Streifschuss auftritt, desto \_\_\_\_\_ müssen die Schrauben sein.
- Angenommen, die Kugeln wären **positiv** geladen wie die  $\alpha$ -Teilchen. Welche Rückschlüsse ließen sich aus der Richtung der Streifschüsse über die **Ladung** der Schrauben ziehen? Formuliere wieder in deinem Heft: Fände bei den Streifschüssen eine Ablenkung von der Schraube **weg** statt, so wäre die Schraube \_\_\_\_\_ geladen. Fände dagegen eine Ablenkung zur Schraube **hin** statt, so wäre sie \_\_\_\_\_ geladen.

### Aufgabe 3

Lies den Text 2 zum Streuversuch von Rutherford und bearbeite die folgenden Aufgaben:

- Beschreibe den Versuch von Rutherford und beschrifte die beiden Skizzen:





b) Formuliere die Beobachtung für den Streuversuch von Rutherford

---



---

c) Formuliere das Ergebnis für den Streuversuch von Rutherford

---



---

d) Aus dem Anteil der reflektierten Strahlen konnte Rutherford das Größenverhältnis zwischen Atomkern und Hülle berechnen. Wie groß ist dieses Verhältnis?

---

e) Wie groß wäre der Kern eines Atoms mit 100 m Durchmesser?

---

#### Aufgabe 4

Lies den Text 3 über Ernest Rutherford und beantworte die folgenden Fragen:

a) In welchem Land wurde Ernest Rutherford geboren?

---

b) Für welche Erkenntnisse wurde ihm im Jahre 1908 der Nobelpreis für Chemie verliehen?

---

c) Nach wie vielen Jahren hat sich die Masse von 100 g Uran durch radioaktiven Zerfall auf 50 g vermindert?

---

d) Was ist mit der verschwundenen 50 g passiert?

---

e) In welcher Stadt und in welchem Land führte er diese Arbeiten durch?

---

f) In welcher Stadt beschäftigte er sich mit dem Streuversuch und dem Aufbau der Atome?

---

g) Welches Elementarteilchen war schon vor Ernest Rutherford bekannt?

---

h) Welches Elementarteilchen hat Ernest Rutherford selbst benannt?

---

i) Wie heißt das dritte von ihm vorhergesagte Elementarteilchen und wer konnte es schließlich nachweisen?

---

## Lösungen zum Arbeitsblatt Expertengruppe A

### Aufgabe 1

- a) **Radioaktivität** ist die dauerhafte **Aussendung von Strahlen ohne äußere Einwirkung**. Sie wurde 1896 von **Henri Becquerel** entdeckt. Der Name wurde von **Pierre und Marie Curie** eingeführt.
- b) Tabelle:

Name	besteht aus	Ladung	wird aufgehalten durch
$\alpha$	viermal so schwer wie Wasserstoff	2+	Blatt Papier
$\beta$	Elektronen	1-	Buch oder Brett
$\gamma$	Röntgenstrahlen	0	dicke Bleiplatten, meterdicker Beton

### Aufgabe 2

- a) **Strichliste** mit 30 Strichen
- b) **Durchführung**: siehe Anleitung in der Aufgabenstellung
- c) **Aufbau**: Ansicht des Obstkartons von oben mit zwei oder drei möglichen Kugelbahnen.
- d) **Beobachtung**: Ergebnis der Strichliste
- e) **Auswertung**: Je häufiger ein Treffer oder Streifschuss auftritt, desto **dicker** müssen die Schrauben sein.
- f) Fände bei den Streifschüssen eine Ablenkung von der Schraube **weg** statt, so wäre die Schraube **positiv** geladen. Fände dagegen eine Ablenkung zur Schraube **hin** statt, so wäre sie **negativ** geladen.

### Aufgabe 3

- a) **Beschreibung**: Eine dünne Goldfolie, die nur aus ca. 2000 Schichten von Goldatomen besteht, wird durch  $\alpha$ -Strahlen beschossen. Der Weg der Strahlen wird durch Fotopapier sichtbar gemacht.  
**Beschriftung der Skizzen**: siehe Text 2
- b) **Beobachtung**: Fast alle  $\alpha$ -Teilchen durchdringen die 2000 Goldatome ungehindert. Nur wenige werden zurückgeworfen oder abgelenkt.
- c) **Ergebnis**: Die Atome sind im Wesentlichen leer. Nur der sehr kleine, positiv geladene Atomkern kann die  $\alpha$ -Teilchen aufhalten.
- d) **Größenverhältnis** Kern – Hülle: Die Hülle ist ca. 100 000 mal größer als der Kern.
- e) **Anschaulich**: Der Kern eines 100 m großen Atoms wäre also 1 mm groß.

### Aufgabe 4

- a) Ernest Rutherford wurde in **Neuseeland** geboren.
- b) Den Nobelpreis für Chemie erhielt er 1908 für die **Umwandlung von Uran in Thorium durch Beschuss mit radioaktiver Strahlung**.
- c) Nach 4,47 Milliarden Jahren.
- d) Sie haben sich in Thorium verwandelt
- e) Diese Experimente führte er an der McGill University in **Montreal/Kanada** durch.
- f) Den berühmten Streuversuch führte er an der Universität von **Manchester** in England durch.
- g) Das Elektron war schon vor Rutherford bekannt
- h) Rutherford entdeckte und benannte das **Proton**.
- i) Das von Rutherford vorhergesagte **Neutron** wurde von seinem Mitarbeiter James Chadwick nachgewiesen und benannt.